

MONITORING DAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA *SHORTEST JOB FIRST* PADA *WIRELESS SENSOR NETWORK*

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Tadya Adi Prana
NIM: 135150300111051



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

MONITORING DAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA *SHORTEST JOB FIRST*
PADA *WIRELESS SENSOR NETWORK*

SKRIPSI

KEMINATAN TEKNIK KOMPUTER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :

Tadya Adi Prana


NIM: 135150300111051

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
6 Agustus 2018

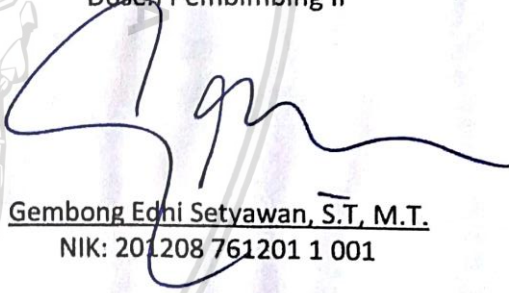
Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T.

NIK: 201405 881229 1 001


Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T.

NIK: 201208 761201 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. Astori Kurniawan, S.T., M.T. Ph.D.

NIP: 19710518 200312 1 001

A

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 23 Juli 2018



Tadya Adi Prana

NIM: 135150300111051

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, hidayah dan inayahnya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Skripsi dengan judul *"Monitoring Daya Menggunakan Algoritma Shortest Job First Pada Wireless Sensor Network"* disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan demi memperoleh gelar Sarjana Komputer.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah berkenan untuk memberikan bantuan serta dukungan demi kelancaran penyusunan skripsi ini di antaranya:

1. Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika.
2. Bapak Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, S.ST, M.T. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan pengarahan dalam penyusunan proposal dan alat dalam skripsi ini.
3. Bapak Gembong Edhi Setyawan, S.T, M.T. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dalam penulisan skripsi yang sangat berguna dalam penyelesaian laporan skripsi ini.
4. Kedua orang tua tercinta yang sangat berperan penting dalam memberikan bantuan, dukungan, serta dorongan baik moral maupun moril dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Segenap dosen Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya atas segenap ilmu pengetahuan dan perhatian yang diberikan Segenap staff dan pegawai Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya atas segala bantuan yang bersifat administratif.
6. Teman-teman tercinta program studi Teknik Komputer angkatan 2013 yang selalu memberikan doa dan semangat dalam proses pengerjaan skripsi.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun, karena penulis menyadari banyak kekurangan dalam menyusun laporan skripsi ini. Harapan dari penulis agar penelitian ini dapat bermanfaat bagi penelitian selanjutnya dan perkembangan teknologi yang sedang dikembangkan.

Malang, 23 Juli 2018

Penulis

tadyaadiprana@gmail.com

ABSTRAK

Wireless sensor network (jaringan sensor nirkabel) adalah suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari kumpulan *node sensor* yang tersebar di suatu area tertentu (*sensor field*). Tiap *node sensor* memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan berkomunikasi dengan *node sensor* lainnya. Dari sejumlah permasalahan pada implementasinya, masalah utama WSN adalah mengenai konsumsi energi. Hal ini di akibatkan oleh catu daya pada *node* hanya di suplai oleh baterai untuk operasinya, sehingga memiliki cadangan energi yang terbatas. Solusi masalah tersebut penulis mengimplementasikan Algoritma SJF (*Shortest Job First*) dimana Algoritma tersebut ditempatkan pada *node* yang mempunyai waktu jalan terpendek, fungsi dari RF315/433Mhz dimana modul tersebut akan membantu pengiriman data secara nirkabel. Untuk mekanisme *monitoring* daya pada setiap *node* tersedia mikrokontroler ATmega32, *Sensor* ACS712, *Sensor* Tegangan, *Sensor* DHT11, serta dibekali dengan modul RTC sebagai sumber data waktu yang berfungsi sebagai *time stamp* berjalannya sistem. Implementasi Algoritma SJF mempunyai akurasi tinggi dalam pengujian pengiriman data yang dilakukan pada 5 kali pengiriman dengan jarak tertentu, pada ruang tertutup didapatkan hasil jarak optimal pengiriman datanya adalah $\pm 100\text{cm}$ dengan rata-rata waktu transmisi 1s, dan pada jarak $\pm 120\text{cm}$ ataupun lebih pengiriman data masih dapat dilakukan namun persentase keberhasilan pengiriman datanya hanya 80%.

Kata Kunci : WSN, Atmega32, *Sensor*, RTC, *Monitoring* Daya, Algoritma SJF

ABSTRACT

Wireless sensor network (wireless sensor networks) is a wireless network that consists of a collection of sensor nodes spread over a certain area (sensor field). Each sensor node has the capability to collect data and communicate with other sensor node. From a number of problems in its implementation, the main issue is that of the WSN energy consumption. It is in result by the power supply on the node only supplied by a battery to its operations, thus having a limited energy reserves. Solution problem the authors implement Algorithms SJF (Shortest Job First) where the Algorithm placed on nodes that have the shortest path, the function of the RF315/433Mhz where the module will help data delivery Wireless. For the monitoring mechanism of the power available on each node mikrokontroller ATmega32, sensors, Sensor Voltage ACS712, DHT11 Sensor, as well as provided with the RTC module as the data source time function as a time stamp over the system. Implementation of high accuracy Algorithm SJF has in testing data transmission is done at 5 times the delivery with a certain distance, in a closed space optimal distance results obtained its data delivery is ± 100 cm with an average time transmission of 1s, and at a distance of ± 120 cm or more could still be done sending data but the data delivery success percentage is only 80%.

Keywords: WSN, Atmega32, Sensor, RTC, Monitoring Power, SJF Algorithm

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR Tabel.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Batasan masalah	4
1.6 Sistematika pembahasan.....	5
BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN	6
2.1 Tinjauan pustaka	6
2.2 Dasar teori.....	7
2.2.1 Shortest Job First Scheduling	7
2.2.2 ATmega32	8
2.2.3 Modul RTC (Real Time Clock) DS3231.....	9
2.2.4 DHT11 <i>Temperature and Humidity</i> Sensor	10
2.2.5 RF315/433MHz.....	11
2.2.5.1 <i>Receiver</i> XY-MK-5V	11
2.2.5.2 <i>Transmitter</i> FS1000A XY-FST 11	12
2.2.6 Sensor Arus ACS712-30A.....	12
2.2.7 <i>Sensor Tegangan</i>	14
2.2.8 Pengertian Daya	15
2.2.8 Daya Aktif	15

2.2.8 Daya Reaktif	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Studi literatur	16
3.2 Analisis kebutuhan.....	17
3.2.1 Kebutuhan perangkat keras	17
3.2.2 Kebutuhan perangkat lunak.....	17
3.3 Perencanaan dan perancangan	18
3.4 Tahapan implementasi sistem	18
3.5 Pengujian sistem	19
3.6 Penarikan kesimpulan.....	19
BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN.....	20
4.1 Gambaran Umum	20
4.2 Kebutuhan Sistem.....	20
4.2.1 Perspektif Sistem.....	20
4.2.2 Karakteristik Pengguna	21
4.2.3 Batasan Sistem	21
4.2.4 Asumsi Dan Ketergantungan.....	21
4.2.5 Kebutuhan Antarmuka Pengguna	22
4.2.6 Kebutuhan Perangkat Keras.....	22
4.2.7 Kebutuhan Perangkat Lunak	24
4.2.8 Kebutuhan Komunikasi	24
4.2.9 Kebutuhan Fungsional.....	24
4.2.10 Kebutuhan Performansi Sistem	26
4.2.11 Spesifikasi Perangkat Keras.....	26
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI	30
5.1 Perancangan sistem	30
5.1.1 Gambaran umum sistem.....	30
5.1.2 Perancangan Modul Master.....	31
5.1.3 Perancangan Modul <i>Slave</i> 1.....	34
5.1.4 Perancangan Modul <i>Slave</i> 2.....	36
5.1.5 Perancangan mekanisme Algoritma SJF pada WSN	38
5.1.6 Perancangan Modul	39

5.2 Implementasi sistem.....	43
5.2.1 Implementasi sistem pada modul <i>master</i>	43
5.2.2 Urutan berjalannya modul <i>master</i>	44
5.2.3 Implementasi sistem pada modul <i>slave</i> 1.....	46
5.2.4 Urutan berjalannya modul <i>slave</i> 1.....	47
5.2.5 Implementasi sistem pada modul <i>slave</i> 2.....	49
5.2.6 Urutan berjalannya modul <i>slave</i> 2.....	49
5.2.7 Implementasi Algoritma SJF pada modul slave 2	50
BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	51
6.1 Pengujian hasil <i>sensing</i>	51
6.1.1 Tujuan.....	51
6.1.2 Peralatan	51
6.1.3 Langkah Pengujian	51
6.1.4 Hasil.....	53
6.1.5 Analisis.....	54
6.2 Pengujian pengiriman data.....	54
6.2.1 Tujuan.....	54
6.2.2 Peralatan	54
6.2.3 Langkah Pengujian	55
6.2.4 Hasil	56
6.2.5 Analisis.....	58
BAB 7 PENUTUP	59
7.1 Kesimpulan.....	59
7.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh penjadwalan shortest job first.....	7
Tabel 3.1 Perangkat keras	17
Tabel 3.2 Perangkat lunak.....	17
Tabel 4.1 Spesifikasi Lenovo Yoga 500 14ISK.....	27
Tabel 4.2 Spesifikasi ATmega32	27
Tabel 4.3 Spesifikasi RF315/433Mhz	28
Tabel 4.4 Spesifikasi sensor DHT11.....	28
Tabel 4.5 Spesifikasi sensor Acs712/30A	28
Tabel 4.6 Spesifikasi sensor tegangan.....	29
Tabel 5.1 Keterangan Pin RF 433Mhz Pada Master	39
Tabel 5.2 Keterangan Pin RF 315Mhz Pada Slave 1	40
Tabel 5.3 Keterangan Pin RF 433Mhz Pada Slave 1	40
Tabel 5.4 Keterangan Pin RF 315Mhz Pada Slave 2	40
Tabel 5.5 Keterangan Pin Modul RTC DS3231	41
Tabel 5.6 Keterangan Pin Sensor DHT11.....	41
Tabel 5.7 Keterangan Pin Sensor ACS712-30A.....	42
Tabel 5.8 Keterangan Pin Sensor Tegangan.....	42
Tabel 5.9 Keterangan Pin FTDI Break-out	42
Tabel 6.1 Hasil pengamatan pengambilan data suhu	53
Tabel 6.2 Hasil pengamatan pengambilan data tegangan.....	53
Tabel 6.3 Hasil pengamatan pengambilan data arus.....	54
Tabel 6.4 Hasil pengamatan pengambilan data pada <i>Node Master</i>	56
Tabel 6.5 Hasil pengamatan pengambilan data pada <i>Node slave 1</i>	56
Tabel 6.6 Hasil pengamatan pengambilan data pada <i>Node slave 2</i>	56
Tabel 6.7 Hasil pengamatan performa sinkronisasi waktu pengiriman data	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ATmega32 Pin mapping	9
Gambar 2.2 RTC DS3231	10
Gambar 2.3 Pin Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11.....	11
Gambar 2.4 Receiver XY-MK-5V.....	11
Gambar 2.5 <i>Transmitter FS1000A XY-FST</i>	12
Gambar 2.6 <i>Hall Effect pada Acs712</i>	13
Gambar 2.7 <i>Sensor Arus Acs712-30A</i>	13
Gambar 2.8 Rangkaian Sensor Tegangan.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Perencanaan Perancangan.....	18
Gambar 4.1 Kebutuhan perangkat keras	22
Gambar 4.2 <i>Notebook</i> Lenovo Yoga 500 14ISK.....	26
Gambar 5.1 Diagram blok sistem.....	30
Gambar 5.2 <i>Flowchart</i> diagram modul <i>master</i>	33
Gambar 5.3 Skematik diagram modul <i>master</i>	34
Gambar 5.4 Skematik diagram modul <i>slave</i> 1	35
Gambar 5.5 <i>Flowchart</i> diagram modul <i>slave</i> 1	36
Gambar 5.6 Skematik diagram modul <i>slave</i> 2	37
Gambar 5.7 <i>Flowchart</i> diagram modul <i>slave</i> 2	38
Gambar 5.8 <i>Flowchart</i> algoritma sjf yang digunakan.....	39
Gambar 5.9 Implementasi sistem pada modul <i>master</i>	43
Gambar 5.10 Inisialisasi dan konfigurasi modul pada modul <i>master</i>	44
Gambar 5.11 Program <i>do loop</i> yang mengawali bekerjanya modul <i>master</i>	44
Gambar 5.12 Sub program baca data <i>serial slave</i> 1 pada modul <i>master</i>	45
Gambar 5.13 Sub program baca data pada <i>master</i>	45
Gambar 5.14 Sub program kirim data.....	46
Gambar 5.15 Implementasi perangkat keras modul <i>slave</i> 1	46
Gambar 5.16 Program utama <i>do loop</i> pada modul <i>slave</i> 1	47
Gambar 5.17 Sub program baca data pada modul <i>slave</i> 1	47
Gambar 5.18 Sub program kirim data pada modul <i>slave</i> 1	47

Gambar 5.19 Subrutin baca data serial modul slave 2	48
Gambar 5.20 Implementasi perangkat keras modul <i>slave</i> 2	49
Gambar 5.21 Program utama <i>do loop</i> pada modul <i>slave</i> 2	49
Gambar 5.22 Sub program baca data pada modul <i>slave</i> 2	50
Gambar 5.23 Sub program kirim data pada modul <i>slave</i> 2	50
Gambar 6.1 <i>Upload</i> program	52
Gambar 6.2 <i>Upload</i> program	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain printed circuit board untuk semua node	63
Lampiran 2 Source code program master node	64
Lampiran 3 Source code program pada slave 1 node.....	72
Lampiran 4 Source code program pada slave 2 node.....	76



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Wireless sensor network (jaringan sensor nirkabel) adalah suatu jaringan nirkabel yang terdiri dari kumpulan *node sensor* yang tersebar di suatu area tertentu (*sensor field*). Tiap *node sensor* memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dan berkomunikasi dengan *node sensor* lainnya. Kemajuan teknologi WSN yang pesat tidak lepas dari fakta bahwa sekitar 98% prosesor bukan hanya berada didalam sebuah PC / Laptop, namun juga sudah terdapat di dalam beberapa aplikasi lainnya seperti di dalam aplikasi militer, kesehatan, *remote control*, *chip robotic*, alat komunikasi, dan mesin - mesin industri yang telah terintegrasi dengan *sensor*. Dengan adanya teknologi WSN, kita dapat memonitor dan mengontrol temperatur, kelembaban, kondisi cahaya, level derau, pergerakan suatu objek dan sebagainya.

Dari sejumlah permasalahan pada implementasinya, masalah utama WSN adalah mengenai konsumsi energi. Hal ini di akibatkan oleh catu daya pada node hanya di suplai oleh baterai untuk operasinya, sehingga memiliki cadangan energi yang terbatas. Jika salah satu node mati, maka akan merubah performansi jaringan dalam hal routing dan topologi. Di sisi lain, kendala akan muncul jika harus melakukan konservasi energi berulang-ulang atau sesering mungkin karena akan meningkatkan biaya dan mengganggu performansi jaringan. Karena konsumsi energi adalah faktor terpenting untuk menentukan *lifetime* suatu jaringan, maka energi yang digunakan harus seefisien mungkin agar menghasilkan performansi yang maksimum. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka diusulkan sebuah penelitian yang bertujuan khusus dalam *monitoring* daya pada WSN (Tama, 2010).

Beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan dalam bidang WSN khususnya *monitoring* daya adalah (Implementasi *Wireless Monitoring* Energi Listrik Berbasis *Web Database*) penelitian ini dirancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. Perangkat ini terdiri 4 (empat) bagian yaitu *sensor*, *processor*, *display* dan *network*. Bagian sensor terdiri dari *Current Transformer* dan AC to AC Power Adapter. *Processor* yang digunakan adalah Arduino UNO, *display* yang digunakan adalah *Liquid Crystal Display* (LCD) tipe untuk menampilkan data keluaran *real time*. Pada bagian terakhir yaitu *network* terdiri dari *Ethernet Shield*, 3G Router, 3G Modem untuk komunikasi ke *Database Server* sebagai tempat penyimpanan tetap dan pengolahan data lebih lanjut, namun dalam proses penerimaan data terdapat *delay* yang tidak beraturan (Dinata, 2015).

Dalam penelitian sebelumnya (Dinata, 2015) menjelaskan bahwa sistem tersebut hanya dibuat dalam lingkup terbatas yaitu dibuat hanya untuk memonitoring 1 *node* saja serta dalam pengiriman data masih terdapat *delay* yang tidak beraturan, dalam kasus ini semua tergantung dalam pembuatan *minimum* sistem beserta algoritma pengiriman data yang ditentukan, serta dalam pemilihan beberapa *sensor* harus tepat, bila dalam pembuatan sistem tidak terorganisir dengan baik maka akan ber-akibat fatal dan bisa memakan daya besar.

Dalam penelitian ini Algoritma pengiriman data yang akan di implementasikan adalah Algoritma SJF (*Shortest Job First*), dikarenakan penjadwalan ini mengasumsikan waktu berjalannya proses sampai selesai yang telah diketahui sebelumnya. Mekanisme penjadwalan ini adalah menjadwalkan proses dengan waktu jalan terpendek lebih dahulu sampai selesai sehingga memberikan efisiensi yang tinggi dan waktu proses yang terpendek serta penjadwalanya tidak berprioritas, karena SJF (*Shortest Job First*) selalu memperhatikan rata-rata waktu respon terkecil, maka sangat baik untuk proses interaktif. Umumnya proses interaktif punya pola, yaitu menunggu perintah, menjalankan perintah, menunggu perintah dan menjalankan perintah, begitu seterusnya, agar prosesnya tidak datang bersamaan maka penetapannya harus dinamis (Mindasari, 2007).

Multi sensor merupakan salah satu poin utama yang menjadi alasan mendasar dilakukannya penelitian, karena pada penelitian sebelumnya hanya memiliki 1 *node*, *multi sensor* diterapkan pada masing-masing *node*. Kebutuhan *multi sensor* tersebut tidak lain adalah bertujuan untuk memenuhi kebutuhan akuisisi *multi* data dan pada penelitian ini *multi sensor* di implementasikan pada 3 *node* (*Master*, *Slave 1* dan *Slave 2 Node*).

Berdasarkan masalah yang ada, pada penelitian ini akan dirancang sebuah *MONITORING DAYA MENGGUNAKAN ALGORITMA SHORTEST JOB FIRST PADA WIRELESS SENSOR NETWORK*. Terdapat modul dan bahan yang akan di implementasikan seperti, RF315/433MHz untuk komunikasi data secara nirkabel yang berguna untuk pengiriman data antar *slave* (*Node* pengambil data) dan *master* (*Node* pengumpul dan pengiriman data menuju komputer).

Terdapat modul *sensor* yang digunakan yaitu Acs712-30A adalah *sensor* arus, *sensor* tegangan. Modul RTC DS3231 adalah *realtime clock module* digunakan untuk penyimpanan waktu yang sebenarnya. ATmega32 adalah mikrokontroller yang berguna untuk tempat penyimpanan *code* dan hasil data sensing dari masing-masing *sensor*. *Sensor* DHT11 adalah *sensor* kelembaban dan suhu. FTDI adalah kabel *converter* USB ke *Serial Port* guna pengiriman data *serial*

dari *master node* menuju PC (*Personal Computer*). USBasp untuk proses *uploading code* dari PC (*Personal Computer*) menuju mikrokontroler ATmega32.

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir adalah bagaimana algoritma SJF (*Shortest Job First*) dapat memaksimalkan pengiriman data *monitoring* pada sistem yang telah dibuat.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana performa akurasi hasil sensing data pada *sensor* DHT11, *sensor* arus Acs712 , dan *sensor* tegangan?
2. Bagaimana mengimplementasikan Algoritma SJF (*Shortest Job First*) pada ketiga *sensor node*?
3. Apakah ada perbedaan hasil daya pada masing-masing *node* ?
4. Bagaimana performa sinkronisasi waktu transmisi data pada ketiga *sensor node* ?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Mampu merancang *minimum system* yang dapat berguna dalam *monitoring* daya pada WSN.
2. Mengimplementasi Algoritma SJF (*Shortest Job First*) kedalam *node* bertujuan untuk mengurangi *error* dan mengoptimalkan *transmitter* dan *receiver* saat transmisi data.
3. Mengetahui seberapa besar tingkat akurasi keberhasilan transmisi data apabila jarak dan tempat antar *node* berbeda-beda.
4. Sistem mampu memonitoring daya dengan keberhasilan tingkat akurasi yang diharapkan.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini di antara lainnya adalah sebagai berikut.

1. Bagi Lembaga Penghemat Energi
Penelitian ini dapat menjadi masukan baru dalam lingkup WSN dengan memanfaatkan *sensor* arus dan tegangan untuk *monitoring* daya serta mengimplementasikan Algoritma SJF (*Shortest Job First*) di tujukan untuk mengurangi *error* pada saat transmisi data.

2. Bagi Peneliti

Penelitian ini diharapkan untuk menambah dan meningkatkan kualitas pengetahuan peneliti tentang ilmu pendidikan yang kedepannya dapat digunakan untuk terjun dibidang WSN.

3. Bagi Universitas Brawijaya

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk peneltian selanjutnya dalam segmen yang berbeda.

1.5 Batasan masalah

Pembahasan penulisan skripsi ini dibatasi pada ruang lingkup yaitu sebagai berikut.

1. Implementasi mekanisme algoritma penjadwalan SJF (*Shortest Job First*) menggunakan ATmega32 dan komunikasi nirkabel berbasis *radio frequency* yaitu modul RF315/433MHz.
2. Implementasi hanya menggunakan 3 buah *node* yang berfungsi sebagai *master*, *slave* 1 dan *slave* 2.
3. Masing-masing *node* menggunakan 3 buah modul *sensor* yakni DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, Acs712-30A sebagai sensor arus, dan sensor tegangan.
4. Pada *Master Node* terdapat *Receiver* 433Mhz guna menerima pengiriman data dari *Slave 1 Node* dan untuk pengiriman data menuju komputer menggunakan FTDI 232.
5. Pada *Slave 2 Node* terdapat *Transmitter* 315Mhz guna pengiriman data menuju *Slave 1 Node*.
6. Pada *Slave 1 Node* menggunakan keduanya yaitu *Transmitter* 433Mhz guna pengiriman data menuju *Master Node* dan *Receiver* 315Mhz digunakan untuk menerima pengiriman data dari *Slave 2 Node*.
7. Pengimplementasian algoritma SJF (*Shortest Job First*) hanya terdapat pada *Slave 2 Node*.
8. Pada *Master Node* terdapat RTC DS3231 digunakan sebagai media penyedia data waktu dan penanggalan

1.6 Sistematika pembahasan

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, permasalahan permasalahan penelitian, tujuan penelitian, manfaat yang dapat diambil dari penelitian, serta batasan dan ruang lingkup dari penelitian.

BAB II : LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada bab ini berisi tentang uraian dan pembahasan teori, spesifikasi *hardware*, atau sistem dari literatur ilmiah yang berkaitan dengan masalah, atau pernyataan penelitian.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang metode yang diterapkan pada skripsi ini yang meliputi studi literatur, analisis kebutuhan, perencanaan dan perancangan, tahapan implementasi, pengujian sistem, dan penarikan kesimpulan.

BAB IV : REKAYASA KEBUTUHAN

Pada bab ini berisi tentang rekayasa kebutuhan yang dimana kebutuhan dari segi *hardware*, *software* dan segi fungsional.

BAB V : PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini berisi tentang perancangan dan implementasi yang sudah di bahas dalam bab sebelumnya dari segi perancangan dan implementasi masing-masing *node* dan *sensor*.

BAB VI : PENGUJIAN DAN ANALISIS

Memuat langkah, hasil serta analisis pengujian terhadap sistem yang telah direalisasikan.

BAB VII : PENUTUP

Memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian sistem, serta saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN

Pada tinjauan pustaka berisi uraian dan pembahasan tentang teori, spesifikasi *hardware*, atau sistem dari literatur ilmiah yang berkaitan dengan masalah, atau pernyataan penelitian.

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian terkait dengan Algoritma *Shortest Job First* dan sensor Acs712 khususnya berhubungan dalam *real time monitoring* antara lain :

1. Implementasi *Wireless Monitoring* Energi Listrik Berbasis *Web Database*. Dalam penelitiannya peneliti merancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. Sistem *monitoring power* tersebut mempunyai 1 *node* dan terdapat beberapa modul yang dipakai yaitu Arduino, *sensor* tegangan, *sensor* arus, *Ethernet Shield*, LCD. Dalam sistem tersebut diimplementasikan untuk memonitoring energi listrik berbasis *web database*, akan tetapi dalam penerimaan data hasil sensing terdapat *delay* yang tidak beraturan (Dinata,2015).
2. Pengukuran Daya Listrik *Real Time* Dengan Menggunakan *Sensor* Arus ACS712. Dalam penelitiannya peneliti menjelaskan tentang Teknologi *hall effect*, yang diterapkan oleh perusahaan *Allegro* menggantikan resistor pelangsir dan *transformator* arus menjadi sebuah *sensor* yang mampu mengukur arus. Istilah *Hall Effect* dikenal setelah Edwin H. Hall (1855-1938), dijelaskan bahwa jika arus listrik mengalir melalui penghantar yang ditempatkan pada garis lintang medan magnet yang kuat akan menghasilkan beda potensial yang melewati penghantar pada kedua sudut penghantar itu. *Sensor* Efek Ruang (*Hall Effect Sensor*) adalah suatu *transduser* yang dapat mengubah besaran medan magnet menjadi besaran listrik yaitu berupa tegangan. Jenis *sensor* ini dalam pengoperasiannya untuk mendeteksi kedekatan, keberadaan atau ketiadaan medan magnet dari objek (Nugraheni,2014).
3. Implementsai Algoritma *Shortest Job First* Untuk Penjdwalan Produksi Studi Kasus PT. ASIAN ISUZU *CASTING CENTER*. Dalam penelitiannya peneliti membuat perangkat lunak penjadwalan produksi dengan menggunakan algoritma SJF (*Shortest Job First*) sehingga dapat mengoptimalkan waktu tunggu (*waiting time*) produksi. Dengan kata lain setiap proses produksi yang berada dalam antrian, memiliki waktu tunggu yang pendek. Sehingga pemanfaatan sumber daya produksi dapat ditingkatkan (Mindasari, 2007).
4. Setelah melihat beberapa penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penelitian pertama (Dinata,2015) memiliki kelemahan

dalam segi pengiriman data beserta *node* terbatas. Pada penelitian kedua (Nugraheni,2014) memanfaatkan teknologi *hall effect* yang diterapkan pada *sensor* Acs712 yang berguna untuk mendeteksi keberadaan atau ketiadaan medan magnet dari objek, *sensor* Acs712 dapat diterapkan dalam sistem WSN pada penelitian ini sebagai *sensor* arus. Pada penelitian ketiga (Mindasari, 2007) dapat dijadikan solusi dalam masalah pengiriman data agar transmisi data tidak terdapat banyak *error* yang terjadi, karena SJF (*Shortest Job First*) dapat mengoptimalkan waktu tunggu yang pendek.

5. Solusi yang ditawarkan mengingat penelitian yang sudah ada yakni dengan menggunakan Algoritma Pengiriman data SJF (*Shortest Job First*), karena algoritma ini dapat mengoptimalkan waktu tunggu yang pendek diharapkan algoritma tersebut dapat mengoptimalkan pengiriman data, dan agar tidak terjadi *delay* yang tidak beraturan layaknya penelitian pertama (Dinata,2015), serta modul yang dipakai dalam pengukuran arus yaitu Acs712 dikarenakan lebih ringkas dalam pembuatan *node* sistem yang lebih banyak (Mindasari, 2007).

2.2 Dasar teori

Dasar teori bertujuan untuk menguraikan beberapa teori dan literatur yang berhubungan atau berkaitan dengan penelitian yang dilakukan saat ini.

2.2.1 Shortest Job First Scheduling

Menurut (Kusumadewi, 2000) Algoritma *Shortest Job First Scheduling* sangat optimal karena memberikan rata-rata waktu tunggu lebih kecil dibandingkan algoritma penjadwalan yang lain dengan cara memindahkan *job-job* pendek di depan *job-job* yang panjang, sehingga akan mengurangi waktu tunggu. Tabel contoh penjadwalan sjf terdapat pada tabel 2.1, untuk memperjelasnya dapat dilihat di contoh berikut, misalkan ada 4 *job* yaitu A, B, C, D masing - masing waktu kedatangan sama yaitu pada $t = 0$, dan lama proses *job* berturut - turut: 8, 4, 4, 4.

Tabel 2.1 Contoh penjadwalan *shortest job first*

PROSES	WAKTU
A	8
B	4
C	4
D	4

Jika urutan pengerjaannya :

- a. *Job* A, B, C, D
- b. *Job* B, C, D, A

Maka proses pengerjaanya adalah sebagai berikut:

(a)

8	4	4	4
A	B	C	D

Time : 0 8 12 16 20

(b)

4	4	4	8
B	C	D	A

0 4 8 12 20

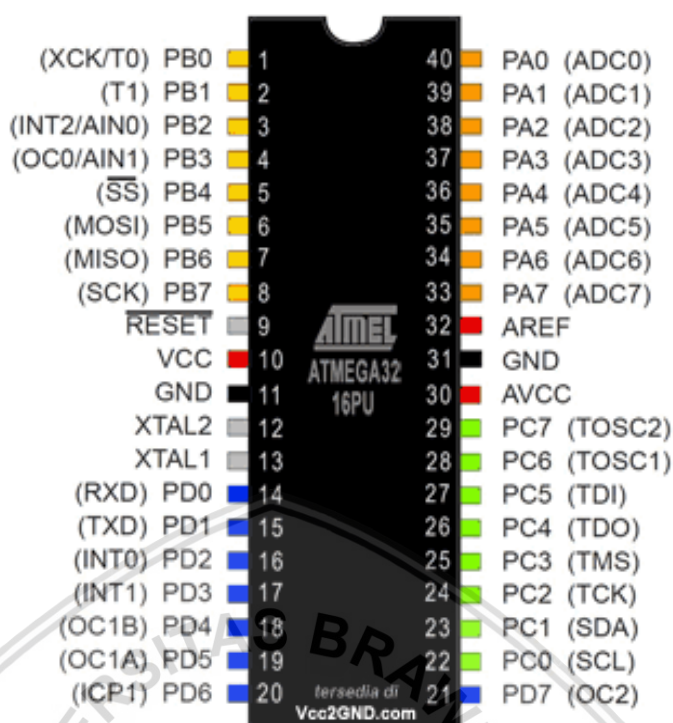
- Dengan pengerjaan *job* berdasarkan urutan (a) maka berturut - turut waktu yang dibutuhkan untuk proses A, B, C, D adalah 8, 12, 16, 20 sehingga dapat dihitung waktu rata - rata = $(8 + 12 + 16 + 20) / 4 = 14$.
- Bila *job* yang dikerjakan berdasarkan (b), yaitu dengan *shortest job first*, maka waktu yang dibutuhkan untuk proses B, C, D, A adalah 4, 8, 12, 20 atau rata - rata = $(4 + 8 + 12 + 20) / 4 = 11$, berdasarkan contoh di atas, bahwa *algoritma shortest job first scheduling* lebih optimal.

2.2.2 ATmega32

Mikrokontroler Atmega32 merupakan mikrokontroler yang diproduksi oleh Atmel. mikrokontroler ini memiliki *clock* dan kerjanya tinggi sampai 16 MHz, ukuran *flash* memorinya cukup besar, kapasitas SRAM sebesar 2 KiloByte, *Flash* 32 KiloByte dan 32 *port input/output* dalam pengoperasian daya yang masuk diantara 2.7 - 5.5V, dalam satu sirkuit berisikan inti *processor*, *memory* dan *Input/Output*. Memori program dalam bentuk *flash* atau ROM, serta jumlah RAM yang kecil (Atmel, 2016), gambar pin mapping atmega32 terdapat pada gambar 2.1.

Berikut ini adalah fitur dari Atmega 32.

- 32 K byte ISP flash *program memory*
- 2 K byte SRAM
- 1 K byte EEPROM
- Frekuensi osilator *max.* 16 MHz
- 32 pin *Input/ Output*
- 8 *channel* 10 bit ADC, *analog comparator*
- Watchdog timer*, RTC, 4 *channel* PWM, *master/ slave* SPI, TWI
- PIN* 40 PDIP.



Gambar 2.1 ATmega32 Pin Mapping

(Sumber : www.vcc2gnd.com)

2.2.3 Modul RTC (*Real Time Clock*) DS3231

RTC (*Real Time Clock*) merupakan suatu *chip* IC yang berfungsi menghitung waktu mulai detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, hingga tahun dengan akurat dan menjaga atau menyimpan data waktu tersebut secara *real time* dengan sumber catu daya sendiri dan dinilai cukup akurat sebagai pewaktu (*timer*) dikarenakan menggunakan osilator kristal eksternal, sehingga saat perangkat mikrokontroller yang difungsikan untuk mengakses RTC sebagai sumber data waktu dimatikan, data waktu tidak akan hilang selama baterai yang terhubung pada RTC tersebut tidak mati (Maxim, 2016), gambar rtc terdapat pada gambar 2.2.

RTC dengan *chip* DS3231, IC tersebut merupakan keluaran dari *maxim*, dan DS3231 mempunyai fitur antara lain:

1. Penghitung secara *real time* untuk detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, tahun (valid sampai tahun 2100)
2. Format waktu dapat disetting kedalam format 24 jam
3. Memiliki kemampuan penyesuaian jumlah hari/bulan terhadap tahun kabisat
4. Menggunakan antarmuka i2c (*Serial data* dan *Serial clock*)

5. Menggunakan *Chip* memori AT24C32 (kapasitas penyimpanan 32K)
6. Menggunakan Tegangan operasi 3,3-5,55 V
7. Baterai memiliki Ukuran : 38 mm (panjang) * 22mm (W) * 14 mm (tinggi)
8. Harus memakai baterai *back-up* CR2032, untuk memastikan sistem setelah *power*
9. Sensor suhu *chip* hadir dengan akurasi 3
10. Rentang Suhu Operasional Komersial (0° C sampai + 700 C) dan Industri (- 400 C sampai +850 C)
11. Range suhu kerja optimal antara -40C sampai +85C
12. Akurasi + 2 ppm dari 0 ° C sampai +40 0 C
13. Akurasi + 3.5 ppm dari -40 ° C sampai +85 ° C
14. *Digital Temp Sensor Output* + 3 ° C Akurasi
15. Kecepatan data transfer I2C *Interface* (400 kHz) (tegangan kerja 5V)
16. *Low Power Operation* Memperpanjang Waktu Jalankan Baterai-Cadangan.

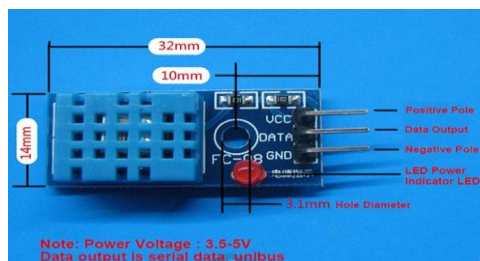


Gambar 2.2 RTC DS3231
(Sumber : www.faranux.com)

2.2.4 DHT11 *Temperature and Humidity Sensor*

DHT11 *Temperature & Humidity Sensor* merupakan sebuah modul *sensor* yang dapat mengakuisisi data *sensing* berupa suhu maupun kelembaban udara dengan sinyal keluaran *digital*. DHT11 memiliki sensitivitas rentang operasi suhu 0°C hingga 50°C dengan toleransi $\pm 2^{\circ}\text{C}$, sedangkan untuk sensitifitas rentang operasi kelembabannya 20% RH hingga 90% RH dengan toleransi $\pm 5\%$ RH.

DHT11 bekerja dengan tegangan 3,5 V sampai 5 V dan rata-rata arus 0,2 mA. Proses komunikasi pada modul *sensor* DHT11 menggunakan komunikasi *serial single-bus*, yang mana pada setiap proses komunikasi dengan mikrokontroler berdurasi 4ms dengan panjang pengiriman data 40 bit (D-Robotics, 2010), gambar dht11 terdapat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pin Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11
(Sumber : www.rfsupplier.com)

2.2.5 RF315/433MHz

RF bisa juga disebut *Radio Frequency*, RF315/433MHz adalah modul *Radio Frequency* yang bisa berjalan hanya di *frequency* antara 315-433MHz, perangkat ini dibagi menjadi 2 yaitu *Receiver* dan *Transmitter* (Rawashdeh, 2013).

2.2.5.1 Receiver XY-MK-5V

Memiliki 4 pin yaitu Vcc, ATAD, DATA, GND, dan semua dari 2 tersebut dapat digunakan untuk membaca *output* dari *module*, bila dilihat dari sisi depan dapat terlihat lubang kecil dibawah pojok kiri berguna untuk tambahan antena eksternal bila diperlukan. Gambar *receiver* terdapat pada gambar 2.4, *Receiver* ini memiliki spesifikasi antara lain:

1. Dapat berjalan pada tegangan 5.0VDC + 0.5V
2. Mempunyai tegangan lebih dari 5.5mA
3. Dapat berjalan dalam *frequency* 315MHz-433.92MHz
4. Kecepatan pengiriman data kurang dari 9.6Kbps dalam *frequency* 315 dan sensitifitas -95dBm



Gambar 2.4 Receiver XY-MK-5V
(Sumber : www.electrorobotech.electrogroups.org)

2.2.5.2 Transmitter FS1000A XY-FST

Memiliki 3 pin yaitu ATAD, VCC GND, bisa dilihat dari sisi depan terlihat lubang kecil diatas pojok kanan berguna untuk tambahan antenna eksternal. Gambar *transmittter* terdapat pada gambar 2.5, *Transmitter* ini memiliki spesifikasi antara lain:

1. Dapat berjalan pada tegangan 3v sampai 12v maksimal
2. Mempunyai tegangan lebih dari 40mA untuk *max* dan 9mA untuk *min*
3. Transmisi *Power* 25mW (315MHz at 12V)
4. *Frequency error* +150kHz (*max*)
5. Kecepatan pengiriman data lebih dari 10Kbps



Gambar 2.5 Transmitter FS1000A XY-FST
(Sumber : www.electrorobotech.electrogroups.org)

2.2.6 Sensor Arus ACS712-30A

ACS712 merupakan suatu IC terpaket yang mana berguna sebagai *sensor* arus menggantikan *transformator* arus yang relatif besar dalam hal ukuran. Pada prinsipnya ACS712 sama dengan *sensor Hall Effect* lainnya yaitu dengan memanfaatkan medan magnetik disekitar arus kemudian dikonversi menjadi tegangan yang linier dengan perubahan arus (Allegro, 2017).

Sensor arus ACS712 seperti berikut memiliki beberapa fitur kelebihan antara lain:

1. Rendah *noise*
2. 5 mikrodetik keluaran dalam menanggapi arus masukan
3. *Bandwith* 80 kHz
4. Total *output error* 1,5% pada TA = 25 ° C
5. Tampak Kecil, *low-profile* paket SOIC8

6. 1,2 MW resistansi konduktor internal
7. Isolasi tegangan 2,1 kVRMS *minimum* dari pin 1-4 ke pin 5-8
8. 66-185 mV / A sensitivitas keluaran

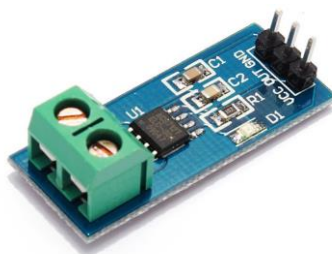
Hall Effect adalah fenomena fisika dimana aliran listrik / elektron dalam pelat konduktor terpengaruh oleh paparan medan magnet, lengkapnya dapat dibaca merujuk pada jurnal nasional tentang *Hall Effect* yang ditulis oleh (Novi Tri Nugraheni dari Universitas Airlangga Surabaya). Secara sederhana, pemanfaatan *Hall Effect* pada IC ACS712 ini dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Hall Effect pada Acs712

(Sumber : www.vcc2gnd.com)

Sensor Arus Acs712 ada beberapa macam di jual secara umum yaitu dari 5A, 20A, dan 30A , akan tetapi yang digunakan pada penelitian ini adalah Acs712-30A, Acs712-30A memiliki besar arus maksimum yang dapat dideteksi sebesar 30A, di mana tegangan pada pin keluaran akan berubah secara linear mulai dari 2,5V ($\frac{1}{2} \times VCC$, tegangan catu daya $VCC = 5V$) untuk kondisi tidak ada arus hingga 4,5V. Pada arus sebesar +30A atau 0,5V dan pada arus sebesar -30A (positif/negatif tergantung polaritas, nilai di bawah 0,5V atau di atas 4,5V dapat dianggap lebih dari batas maksimum). Perubahan tingkat tegangan berkorelasi linear terhadap besar arus sebesar 83,333 mV / Ampere, gambar sensor Acs712 terdapat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Sensor Arus Acs712-30A

(Sumber : www.cnx-software.com)

2.2.7 Sensor Tegangan

Rangkaian pembagi tegangan (*voltage divider*) disebut juga sebagai rangkaian pembagi potensial (*potential divider*). Input ke sebuah rangkaian pembagi tegangan adalah tegangan V_{in} . Tegangan V_{in} tersebut menggerakkan arus I untuk mengalir melewati kedua resistor. Karena kedua resistor terhubung secara seri, maka arus yang sama mengalir melewati tiap-tiap resistor. Tahanan efektif dari kedua resistor seri adalah $R_1 + R_2$. Jatuh tegangan pada gabungan kedua resistor ini adalah V_{in} (Ahmad, 2007).

Prinsip sensor tegangan yang digunakan untuk akuisisi data tegangan pada sistem yang digunakan adalah menggunakan rangkaian pembagi tegangan yaitu dengan 2 buah resistor dengan besar masing - masing yaitu $1M\Omega$ dan $100k\Omega$. Digunakannya rangkaian pembagi tegangan adalah bertujuan agar *output* yang dikeluarkan rangkaian pembagi tegangan (V_{out}) lebih kecil dari pada tegangan masukan (V_{in}). Berikut merupakan gambar *sensor* tegangan terdapat pada gambar 2.8, sensor ini menggunakan rangkaian pembagi tegangan dan perhitungannya.

$$\text{Rumus: } V_{out} = V_{in} * \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

Diketahui :

$$V_{in} = 5V$$

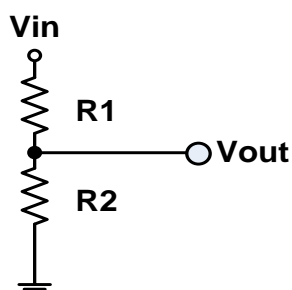
$$R_1 = 1M\Omega$$

$$R_2 = 100K\Omega$$

Ditanya : Berapa V_{out} pada saat $V_{in} 5V$?

$$\text{Jawab : } V_{out} = 5V * \left(\frac{100K}{100K + 1M} \right)$$

Jadi nilai V_{out} adalah sebesar $0.45V$.



Gambar 2.8 Rangkaian *Sensor* Tegangan

2.2.8 Pengertian Daya

Daya adalah energi yang dikeluarkan untuk melakukan usaha. Dalam sistem tenaga listrik, daya merupakan jumlah energi yang digunakan untuk melakukan kerja atau usaha. Daya memiliki satuan *Watt*, yang merupakan perkalian dari Tegangan (*volt*) dan arus (*ampere*). (Hudaya, 2014).

Daya dinyatakan dalam *P*, Tegangan dinyatakan dalam *V* dan Arus dinyatakan dalam *I*, sehingga besarnya daya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$P = V \times I$$

$$P = \text{Volt} \times \text{Ampere} \times \cos \varphi$$

$$P = \text{Watt}$$

2.2.9 Daya Aktif

Daya aktif (*Active Power*) adalah daya yang terpakai untuk melakukan energi sebenarnya. Satuan daya aktif adalah *Watt*. Adapun persamaan dalam daya aktif sebagai berikut :

Untuk satu fasa $P = V \cdot I \cdot \cos \varphi$

Untuk tiga fasa $P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$

Daya ini digunakan secara umum oleh konsumen dan dikonversikan dalam bentuk kerja.

2.2.10 Daya Reaktif

Daya reaktif adalah jumlah daya yang diperlukan untuk pembentukan medan magnet. Dari pembentukan medan magnet maka akan terbentuk *fluks* medan magnet. Contoh daya yang menimbulkan daya reaktif adalah transformator, motor, dan lain – lain

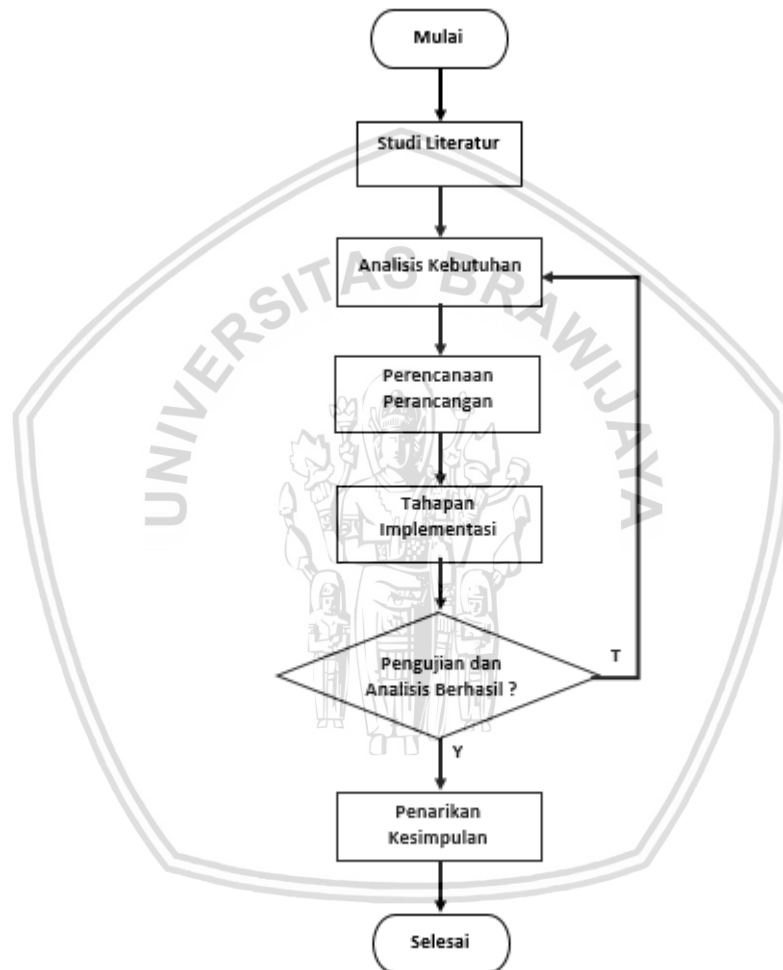
Satuan daya reaktif adalah *Var*.

Untuk satu fasa $Q = V \cdot I \cdot \sin \varphi$

Untuk Tiga fasa $Q = 3 \cdot V \cdot I \cdot \sin \varphi$

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang metode yang diterapkan pada skripsi ini yang meliputi : Studi literatur, Analisis kebutuhan, Perencanaan dan perancangan, Tahapan implementasi, Pengujian sistem, dan Penarikan kesimpulan. Alur metodologi penelitian dalam skripsi ini digambarkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

3.1 Studi literatur

Studi literatur dilakukan bertujuan untuk mempelajari serta memahami penjelasan dasar teori yang digunakan untuk menunjang agar tidak mengalami kendala pada tahapan perancangan. Pada tahap studi literatur ini mempelajari teori-teori yang digunakan dalam pengerjaan skripsi. Di antara teori pendukung tersebut diperoleh dari buku, jurnal, e-book, dokumentasi, dan penelitian yang

berkaitan dengan skripsi. Referensi utama yang diperlukan dalam penulisan ini adalah jurnal dan *forum AVR*.

3.2 Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan bertujuan untuk mendapatkan seluruh kebutuhan yang diperlukan dalam perancangan dan pengujian sistem. Analisis kebutuhan dilakukan dengan cara melakukan identifikasi kebutuhan sistem, serta peralatan yang terlibat didalamnya. Dalam kebutuhan sistem terjadi proses identifikasi terhadap beberapa perangkat yang digunakan seperti perangkat keras maupun perangkat lunak. Dengan adanya proses identifikasi tersebut dapat memudahkan pengimplementasian sistem.

3.2.1 Kebutuhan perangkat keras

Kebutuhan perangkat keras yang digunakan pada penelitian ini dijelaskan pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Perangkat keras

Nama Perangkat	Kegunaan
Atmega32	Sebagai mikrokontroler pada <i>node</i>
RF315/433MHz	Perangkat Komunikasi <i>Wireless</i>
RTC-DS3231 (<i>Real Time Clock</i>)	Sebagai sumber data waktu
DHT11	<i>Sensor</i> berguna sensing hasil suhu dan kelembaban
Acs712-30A	<i>Sensor</i> pendeteksi arus
<i>Sensor</i> Tegangan	<i>Sensor</i> pendeteksi tegangan
FTDI 232	Sebagai sumber tegangan dan media komunikasi <i>USB to Serial</i>

3.2.2 Kebutuhan perangkat lunak

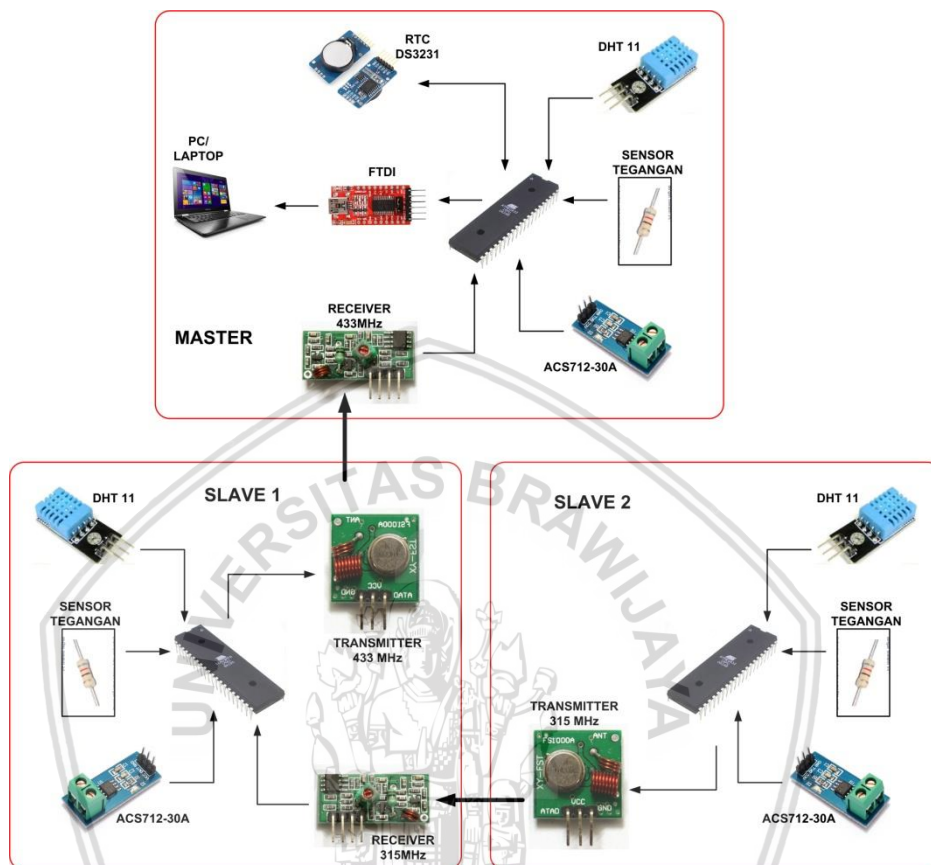
Kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan pada penelitian dijelaskan pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Perangkat lunak

<i>Software</i>	Kegunaan
BASCOM AVR	Sebagai tempat <i>editing code</i>
Progisp	Sebagai pengupload <i>code</i> dari pc ke mikrokontroller Atmega32
Hercules	Untuk menampilkan serial monitor

3.3 Perencanaan dan perancangan

Pada tahap perencanaan dan perancangan dijelaskan dalam sistem *sensor node* yang di tunjukan pada gambar 3.2



Gambar 3.2 Perencanaan Perancangan

Pada Gambar 3.2 menggambarkan tentang perencanaan perancangan sistem yang mana pada gambar tersebut terdapat tiga blok besar yang terdiri dari *master node*, *slave 1 node*, *slave 2 node*. Pada *modul master node* dirancang dengan beberapa komponen modul utama, yakni mikrokontroler Atmega32, modul *USB-to-TTL* FTDI, modul RTC (*Real Time Clock*), modul komunikasi nirkabel *Receiver* FS1000A XY-FST 433Mhz, modul *sensor* DHT11, modul *sensor* arus Acs712-30A, dan modul *sensor* tegangan. Sedangkan pada *slave 1 node* dirancang dengan komponen yang lebih sedikit, yakni mikrokontroler Atmega32, modul komunikasi nirkabel *Transmitter* XY-MK-5V 433Mhz dan *Receiver* 315Mhz. Sedangkan pada *slave 2 node* dirancang dengan komponen yang lebih sedikit, yakni mikrokontroler Atmega32, modul komunikasi nirkabel *Transmitter* XY-MK-5V 315Mhz.

3.4 Tahapan implementasi

Implementasi sistem ini dilakukan berdasarkan pada rencana perancangan yang dibuat sebelumnya. Sistem terdiri dari tiga buah modul *node sensor* yang

terdiri dari modul *master node*, modul *slave 1 node*, dan modul *slave 2 node* yang menggunakan algoritma SJF (*Shortest Job First*) untuk metode pengiriman datanya secara nirkabel. Masing-masing modul sensor terdiri dari sensor yang sama yaitu *sensor* DHT11, *sensor* arus ACS712-30A, dan *sensor* tegangan. Pada modul *master* dilengkapi dengan RTC (Real Time Clock) sebagai informasi waktu data tersebut diambil.

Algoritma SJF (*Shortest Job First*) merupakan algoritma penjadwalan yang mendahulukan proses terpendek terlebih dahulu yang melakukan proses pekerjaan, dalam hal ini yang melakukan pekerjaan proses terpendek adalah modul *slave 2 node*.

Modul *slave 2 node* melakukan pengiriman informasi data suhu, kelembaban, arus dan tegangan yang telah diukur pada ruangan 3 kepada *slave 1 node* dengan menggunakan *transmitter* TX315MHz. Setelah data tersebut diterima oleh modul *slave 1 node* dengan menggunakan *receiver* RX315MHz, maka *slave 1 node* mulai melakukan pengukuran data suhu, kelembaban, arus dan tegangan pada ruangan 2, kemudian data pada ruangan 3 dan 2 dikirim ke modul *master node* dengan menggunakan *transmitter* TX433MHz. Setelah data tersebut diterima oleh modul *master node* dengan menggunakan *receiver* RX433MHz, maka modul *master node* mulai melakukan pengukuran data suhu, kelembaban, arus dan tegangan pada ruangan 1, kemudian data pada ruangan 1, 2 dan 3 dikirim ke laptop/PC dengan menggunakan FTDI 232 USB sesuai dengan update waktu pada RTC yang digunakan pada modul *master node*.

3.5 Pengujian sistem

Pada tahapan pengujian dilakukan pengujian sistem dengan menggunakan parameter yang sesuai pada perancangan sistem agar sistem dapat berjalan baik dan sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian sistem yang dilakukan meliputi:

1. Pengujian akurasi hasil *sensing* setiap modul *sensor* yang digunakan pada modul *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node*.
2. Pengujian monitoring daya pada modul *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node*.
3. Pengujian performa pengiriman data berdasarkan jarak dan persentase keberhasilan pengiriman dengan menggunakan algoritma SJF (*Shortest Job First*).

3.6 Penarikan kesimpulan

Tahap penarikan kesimpulan adalah tahapan terakhir yang dilaksanakan dalam penelitian ini setelah semua tahapan sistem selesai dibuat.

BAB 4 REKAYASA KEBUTUHAN

4.1 Gambaran Umum

Penggunaan *device* WSN saat ini sering digunakan untuk kepentingan manusia guna memberikan manfaat masing-masing seperti teknologi rumah pintar yang dapat dikendalikan menggunakan *smartphone* dan teknologi lainnya yang menguntungkan bagi perusahaan atau universitas, akan tetapi kendala dalam era ini adalah semakin banyak *device* yang kita gunakan semakin banyak uang keluar untuk membayar tagihan listrik dikarenakan daya yang dipakai pada *device* - *device* tersebut tidak diketahui oleh pengguna.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan *device* WSN yang dapat memonitoring daya dan bagaimana sistem tersebut bekerja dalam lingkup luas maupun terbatas, pada penelitian ini akan dibuat *monitoring* sistem daya dengan memanfaatkan *sensor*, *hardware*, dan perangkat lunak yang dibutuhkan dalam menunjang pembuatan *system*, dan penjadwalan transmisi data menggunakan Algoritma SJF (*Shortest Job First*) guna mengoptimalkan pengiriman data secara waktu pendek.

4.2 Kebutuhan Sistem

Pada bagian ini menjelaskan tentang Perspektif sistem, Karakteristik pengguna, Batasan sistem, Asumsi dan ketergantungan, Kebutuhan antarmuka pengguna, Kebutuhan perangkat keras, Kebutuhan perangkat lunak, Kebutuhan komunikasi, Kebutuhan fungsional, Kebutuhan performansi sistem, Spesifikasi *hardware* yang dianalisis sesuai dengan apa yang sistem butuhkan sehingga diharapkan dapat mempermudah dalam melakukan desain sistem dan implementasi sistem.

4.2.1 Perspektif Sistem

Sistem ini dapat dikatakan berjalan dengan baik apabila semua *modul sensor* yang berada dimasing-masing *node* berkondisi baik dan tidak ada kendala dalam waktu pengujian. Dalam pengiriman data antar *node* harus dilihat bahwa *transmitter* dan *receiver* pada masing-masing *node* dalam kondisi baik, dalam pengiriman data juga perlu diperhatikan karena memakai *radio frekuensi* yaitu RF315/433Mhz maka dari itu bila *transmitter* memiliki frekuensi TX315Mhz, jadi untuk *receiver* harus memiliki frekuensi yang sama yaitu RX315Mhz, dan seterusnya bila *transmitter* lainnya memiliki frekuensi TX433Mhz maka dari itu harus memiliki *receiver* yang sama frekuensinya yaitu RX433Mhz. Sedangkan untuk pengiriman data menggunakan algoritma SJF, *system* harus mengirimkan data dari *node* yang paling sedikit prosesingnya dibanding pada *node* lainnya.

Sistem ini memiliki 3 *node* yaitu *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node*, untuk masing-masing *slave* diterapkan dalam ruangan yang berbeda guna mengetahui perbedaan hasil *sensing* dari sensor dht11 dan memonitoring penggunaan daya menggunakan sensor Acs712 dan sensor tegangan, *master node* diletakan pada ruangan berbeda, serta dalam *pengiriman data serial* harus menggunakan *master node* yang dikoneksikan ke komputer menggunakan kabel USB dari FTDI 232.

4.2.2 Karakteristik Pengguna

Karakteristik pengguna dari sistem ini bersifat pasif, yang mana pengguna hanya bisa memonitor data hasil *sensing* melalui *interface system* yang digunakan yaitu *software* yang bernama Hercules, dan apabila ingin melakukan perubahan sistem hanya dapat dilakukan dengan cara meng-*upload* ulang program yang telah dimodifikasi melalui aplikasi *desktop* BASCOM-AVR.

4.2.3 Batasan Sistem

Beberapa batasan yang ada pada sistem ini antara lain :

1. *Sensor* yang digunakan adalah *sensor* DHT11, *sensor* Acs712/30A, *sensor* tegangan.
2. Pengaturan *time system* sudah diatur dalam modul RTC DS3231.
3. *Master Node* membutuhkan minimal tegangan 5V dan terhubung melalui kabel USB pada FTDI 232.
4. *Slave 1 Node* dan *Slave 2 Node* membutuhkan minimal tegangan 5V bisa menggunakan AC Adapter atau *powerbank* yang *compatible*.
5. Pengiriman data antar *node* menggunakan *Transmitter* dan *Receiver* dari modul Radio Frekuensi RF315Mhz/433Mhz.

4.2.4 Asumsi Dan Ketergantungan

Beberapa asumsi dan ketergantungan yang ada pada sistem ini antara lain :

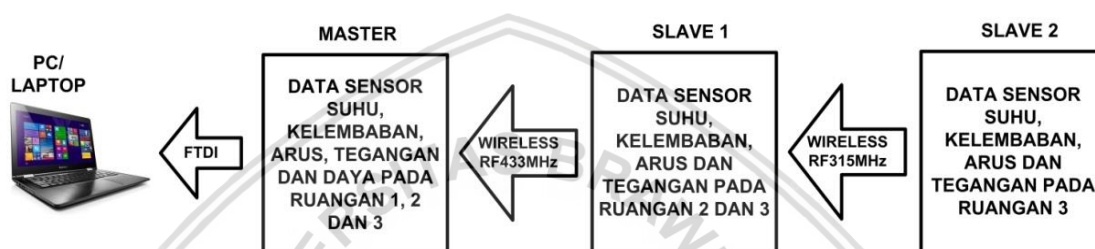
1. Pada pembuatan *board* ini tidak diperbolehkan ada jalur yang menyimpang.
2. *Sensor* DHT11, *sensor* Acs712/30A dan *sensor* tegangan dapat akuisisi hasil dengan tepat.
3. Modul RTC DS3231 dapat menyesuaikan hasil *sensing* dari semua sensor.
4. RF315/433Mhz pengiriman data harus tepat dalam menentukan apa yang harus dikirim terlebih dahulu dan menentukan dari Algoritma SJF (*Shortest Job First*).

5. Sumber daya dari *Master Node* hanya dapat di alirkan melalui modul FTDI 232 dan untuk *Slave 1 node* dan *Slave 2 node* menggunakan AC Adapter 5V atau *powerbank* yang *compatible*.

4.2.5 Kebutuhan Antarmuka Pengguna

User dapat berinteraksi dengan sistem dengan cara memonitor hasil data *sensing* yang didapatkan oleh *modul master* dan dikirim ke *receiver sensor node* untuk ditampilkan melalui *serial monitor* PC dengan menggunakan *software* yang bernama Hercules.

4.2.6 Kebutuhan Perangkat Keras



Gambar 4.1 Kebutuhan perangkat keras

Adapun kebutuhan perangkat keras dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pada *master node*

- a. Mikrokontroller Atmega32 berfungsi sebagai pusat kontrol sistem yang mengolah data hasil dari *sensor* dan penyimpanan *code*.
- b. *Receiver* XY-MK-5V adalah *receiver* yang tergolong dari modul dengan menggunakan radio frekuensi yaitu RF315/433Mhz, modul *receiver* komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio pada frekuensi 433 Mhz berguna untuk menerima data dari *Slave 1 Node*.
- c. Modul RTC DS3231 berfungsi untuk menyimpan data waktu dan tanggal yang di perlukan oleh mikrokontroler dan menempatkan waktu yang sesuai ditentukan oleh sensor yang dipakai untuk *monitoring*.
- d. *Sensor* Suhu DHT11 merupakan sebuah *sensor* yang dapat mengkalibrasi data suhu menjadi sinyal keluaran *digital* yang kemudian di proses oleh mikrokontroler.
- e. *Sensor* Acs712/30A merupakan sebuah *sensor* yang dapat mengkalibrasi suatu arus yang terpakai dalam *system*.
- f. *Sensor* Tegangan merupakan sebuah *sensor* yang dapat menghitung berapa besar tegangan yang terpakai dalam *system*.

- g. FTDI 232 merupakan perangkat penyalur antara mikrokontroller ke komputer dimana untuk menyimpan *code* dalam mikrokontroller maka harus menggunakan perangkat tersebut.

2. Pada *slave 1 node*

- a. Mikrokontroller Atmega32 berfungsi sebagai pusat kontrol sistem yang mengolah data hasil dari *sensor* dan penyimpanan *code*.
- b. *Receiver* XY-MK-5V adalah receiver yang tergolong dari modul dengan menggunakan radio frekuensi yaitu RF315/433Mhz, modul *receiver* komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio untuk *slave 1 node* menggunakan frekuensi 315Mhz berguna untuk menerima data dari *slave 2 node*.
- c. *Transmitter* FS1000A XY-FST adalah *transmitter* yang tergolong dari modul dengan menggunakan radio frekuensi yaitu RF315/433Mhz, modul *transmitter* komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio untuk *slave 1 node* menggunakan frekuensi 433Mhz untuk mengirimkan data menuju *master node*.
- d. *Sensor* Suhu DHT11 merupakan sebuah *sensor* yang dapat mengkalibrasi data suhu menjadi sinyal keluaran *digital* yang kemudian di proses oleh mikrokontroler.
- e. *Sensor* Acs712/30A merupakan sebuah *sensor* yang dapat mengkalibrasi suatu arus yang terpakai dalam sistem.
- f. *Sensor* Tegangan merupakan sebuah *sensor* yang dapat menghitung berapa besar tegangan yang terpakai dalam sistem.

3. Pada *slave 2 node*

- a. Mikrokontroller Atmega32 berfungsi sebagai pusat kontrol sistem yang mengolah data hasil dari *sensor* dan penyimpanan *code*.
- b. *Transmitter* FS1000A XY-FST adalah *transmitter* yang tergolong dari modul dengan menggunakan radio frekuensi yaitu RF315/433Mhz, modul *transmitter* komunikasi nirkabel yang memanfaatkan gelombang radio untuk *slave 2 node* menggunakan frekuensi 315Mhz untuk mengirimkan data menuju *slave 1 node*.
- c. *Sensor* Suhu DHT11 merupakan sebuah *sensor* yang dapat mengkalibrasi data suhu menjadi sinyal keluaran *digital* yang kemudian di proses oleh mikrokontroler.

- d. *Sensor Acs712/30A* merupakan sebuah *sensor* yang dapat mengkalibrasi suatu arus yang terpakai dalam sistem.
- e. *Sensor Tegangan* merupakan sebuah *sensor* yang dapat menghitung berapa besar tegangan yang terpakai dalam sistem.

4.2.7 Kebutuhan Perangkat Lunak

Adapun kebutuhan perangkat lunak dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Microsoft Windows 10 Enterprise 64-bit

Perangkat lunak ini berfungsi sebagai sistem operasi yang mendukung aktifitas dari semua program dari komputer/laptop.

2. Bascom AVR

Perangkat lunak ini berfungsi untuk tempat pemrograman bahasa C yang nantinya di convert menjadi file hex.

3. Progisp

Perangkat lunak ini berfungsi untuk upload file hex menggunakan USBASP ditujukan pada mikrokontroler di masing masing node.

4. Hercules

Perangkat lunak ini berfungsi sebagai serial monitor yang menampilkan hasil pengiriman data dari master node.

4.2.8 Kebutuhan Komunikasi

Jenis komunikasi transmisi data yang digunakan pada sistem ini berupa komunikasi nirkabel yang menghubungkan antara *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node*. Modul yang digunakan adalah modul *wireless RF315/433Mhz* yang mana modul tersebut memanfaatkan gelombang frekuensi radio pada frekuensi 315 - 433Mhz. Protokol komunikasi yang digunakan oleh modul tersebut agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler Atmega32 menggunakan *serial interface*. Dengan jalur Rx (*Receiver*) dan Tx (*Transmitter*), agar *serial interface* bisa berkomunikasi dengan baik maka dibutuhkan *baudrate*, ukuran data, nilai *parity* dan nilai data *stop bit* yang sama antara mikrokontroler dan *wireless RF315/433MHz*.

Sedangkan protokol komunikasi yang digunakan antara modul RTC (*Real Time Clock*) dengan mikrokontroler ATmega32 yakni dengan komunikasi I2C (*Inter-Integrated Circuit*) yang merupakan protokol komunikasi serial dua jalur yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*).

4.2.9 Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang harus terpenuhi agar sistem dapat dijalankan sesuai dengan tujuan, penjelasan terkait kebutuhan fungsional pada sistem ini adalah sebagai berikut.

1. Fungsi pembacaan data *sensor* DHT11

Pada fungsi ini *sensor* DHT11 harus diimplementasikan pada sistem untuk keperluan pengambilan data suhu, yang mana modul *sensor* menerima *input* berupa besaran tegangan 5V yang dikonversikan menjadi besaran suhu sebagai *output*. Setelah *output sensor* diterima oleh mikrokontroler, data tersebut kemudian disimpan dan diolah kembali oleh mikrokontroler.

2. Fungsi pembacaan data *sensor* Acs712/30A

Pada fungsi ini *sensor* Arus harus diimplementasikan pada sistem untuk keperluan pengambilan data besaran arus yang terdapat dalam sistem, yang mana *sensor* menerima *input* berupa besaran tegangan yang kemudian dikonversi menjadi besaran arus sebagai *output*. Setelah *output sensor* diterima oleh mikrokontroler, data tersebut kemudian disimpan dan diolah kembali oleh mikrokontroler.

3. Fungsi pengambilan data *sensor* tegangan

Pada fungsi ini *sensor* tegangan harus diimplementasikan pada sistem untuk keperluan pengambilan data besaran tegangan yang berada dalam sistem, yang mana *sensor* menerima *input* berupa besaran tegangan 5V yang kemudian dikonversi menjadi besaran tegangan sebagai *output*. Setelah *output sensor* diterima, data tersebut disimpan dan diolah kembali oleh mikrokontroler.

4. Fungsi penerimaan data oleh *receiver* dari modul RF315/433Mhz

Pada fungsi ini sistem mengharuskan *receiver* dapat menerima data *sensor* dari *transmitter* dari masing-masing *node* melalui media komunikasi nirkabel. Data yang diterima sesuai dengan data yang dikirimkan oleh *transmitter*, sehingga dapat dilakukan *monitoring* hasil *sensing* oleh pengguna.

5. Fungsi pengiriman data oleh *transmitter* dari modul RF315/433Mhz

Pada fungsi ini sistem mengharuskan *transmitter* dapat mengirimkan data *sensor* menuju *receiver* dari masing-masing *node* melalui media komunikasi nirkabel sehingga dapat dilakukan *monitoring* hasil *sensing* pada *personal computer* melalui *serial monitor*.

6. Fungsi pengolahan data *sensing*

Pada fungsi ini sistem mengharuskan semua *node* dapat melakukan pengolahan data *sensing* dari setiap modul *sensor* sehingga dapat

mendukung berjalannya *monitoring* daya dan menghasilkan *sensing* yang baik. Pengolahan data yang dimaksudkan ialah dengan menggunakan *library* sehingga dapat mengartikan sinyal keluaran sensor menjadi bentuk $^{\circ}\text{C}$ untuk besaran suhu, % untuk nilai kelembaban udara, mA untuk nilai Arus, V untuk nilai tegangan, W untuk nilai daya.

4.2.10 Kebutuhan Performansi Sistem

Sistem dapat bekerja secara optimal apabila semua kebutuhan dapat terpenuhi beserta beberapa faktor pendukung seperti kesesuaian jarak dan lokasi penempatan masing - masing *node*.

4.2.11 Spesifikasi Perangkat Keras

Dalam perancangan sistem diperlukan perangkat keras yang digunakan, di antara perangkat keras yang digunakan mulai dari tahapan perancangan hingga pengujian sistem dijelaskan pada bagian ini.

1. *Personal Computer*

Personal Computer (PC) yang digunakan mulai dari tahapan perancangan hingga pengujian sistem ini adalah *Notebook* Lenovo Yoga 500 14ISK dengan prosesor Intel Core i5-6200U 2.3 GHz serta ditempatkan Intel[®] HD Graphics 520 untuk monitor dan video grafiknya dilengkapi dengan NVIDIA GeForce 940M. Pada Gambar 4.2 merupakan tampilan dari *Personal Computer* yang digunakan, sedangkan untuk spesifikasinya berada pada Tabel 4.1.



Gambar 4.2 Notebook Lenovo Yoga 500 14ISK
(Sumber : www.notebookcheck.net)

Tabel 4.1 Spesifikasi Lenovo Yoga 500 14ISK

Type Model	Notebook
CPU	Intel Core i5-6200U(3M Cache, 2.3GHz), Turbo Boost 2.0 (2.8GHz)
Mode GPU	NVIDIA GeForce 940M
RAM	8 GB DDR3L
Slot Memori	Single Channel
HDD	1 TB(5400rpm HDD / 2.5" wide, 7mm high)
Format HDD	NTFS
Sistem Operasi	Windows 10 64bit

2. Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada sistem ini adalah mikrokontroler ATmega32. Terkait spesifikasinya berada pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Spesifikasi ATmega32

Mikrokontroler	ATmega32
Jumlah pin	40
Tegangan Pengoperasian	2.7 - 5.5V
Memory Flash (kBytes)	32
Clock Speed (MHz)	16
SRAM (kBytes)	2
EEPROM (Bytes)	1024
DRAM Memory	Tidak
PWM Channels	4
Watchdog Timer	Iya

3. Modul Wireless

Modul *wireless* yang digunakan pada sistem ini sebagai modul komunikasi antar *node* adalah modul *wireless* RF315/433Mhz yang beroperasi pada frekuensi radio antara 315/433Mhz. Berikut ini merupakan spesifikasi modul RF315/433Mhz pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Spesifikasi RF315/433Mhz

Tegangan pengoperasian	5.0VDC + 0.5V (Receiver) 3V - 12V (Transmitter)
Data rate maksimal	9.6Kbps (Receiver) 10Kbps + (Transmitter)
Rentang suhu	-10 °C hingga 70 °C
Rentang frekuensi operasi	315 MHz hingga 433 MHz
Arus receiver	5.5mA
Arus transmitter	9mA - 40mA

4. Modul RTC (*Real Time Clock*)

Modul RTC yang digunakan pada sistem ini adalah RTC DS3231. Di antara fitur yang dimiliki oleh modul RTC tersebut adalah sebagai berikut :

- Menyediakan waktu dan penanggalan dalam format BCD (*Desimal Coded Decimal*).
- Berkomunikasi dengan menggunakan protokol I2C.
- Konsumsi daya 3,3 - 5,5V memakai baterai *back-up* CR2032.

5. Sensor DHT11

Sensor suhu yang digunakan pada sistem ini adalah *sensor* DHT11. Spesifikasi *sensor* DHT11 dijelaskan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Spesifikasi sensor DHT11

Tegangan pengoperasian	3.5 – 5.5V DC
Konsumsi arus rata-rata	0.2 – 1 mA
Suhu maksimal	50°C
Rentang waktu <i>sensing</i>	1 detik

6. Sensor Acs712/30A

Sensor Arus yang digunakan pada sistem ini adalah *sensor* Acs712/30A. Spesifikasi *sensor* Arus dijelaskan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Spesifikasi sensor Acs712/30A

Tegangan pengoperasian	5V DC
Suhu pengoprasian	-30 °C sampai 70 °C
Rentang nilai resistansi	0 – 30 A

7. *Sensor Tegangan*

Sensor ini berguna untuk menghitung berapa besar tegangan yang mengalir pada *system*. Spesifikasi *sensor* tegangan dijelaskan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Spesifikasi sensor tegangan

Range input	0V- 50V
Range output	0 – 5 V

8. Modul *USB-to-TTL*

Modul *USB-to-TTL* yang digunakan pada sistem ini adalah FTDI *Basic Break-out*. Di antara fitur yang dimiliki oleh modul tersebut adalah sebagai berikut :

- Dapat mengalirkan tegangan 3.3 V/5 V dengan pilihan *jumper*.
- Memiliki pin DTR yang memungkinkan mikrokontroler untuk dapat melakukan *auto-reset* pada saat meng-*upload* program.
- Dapat digunakan sebagai media komunikasi dengan mikrokontroler melalui *serial monitor*.
- Memiliki indikator LED RX dan TX yang dapat digunakan untuk memantau komunikasi *serial* pada sistem.

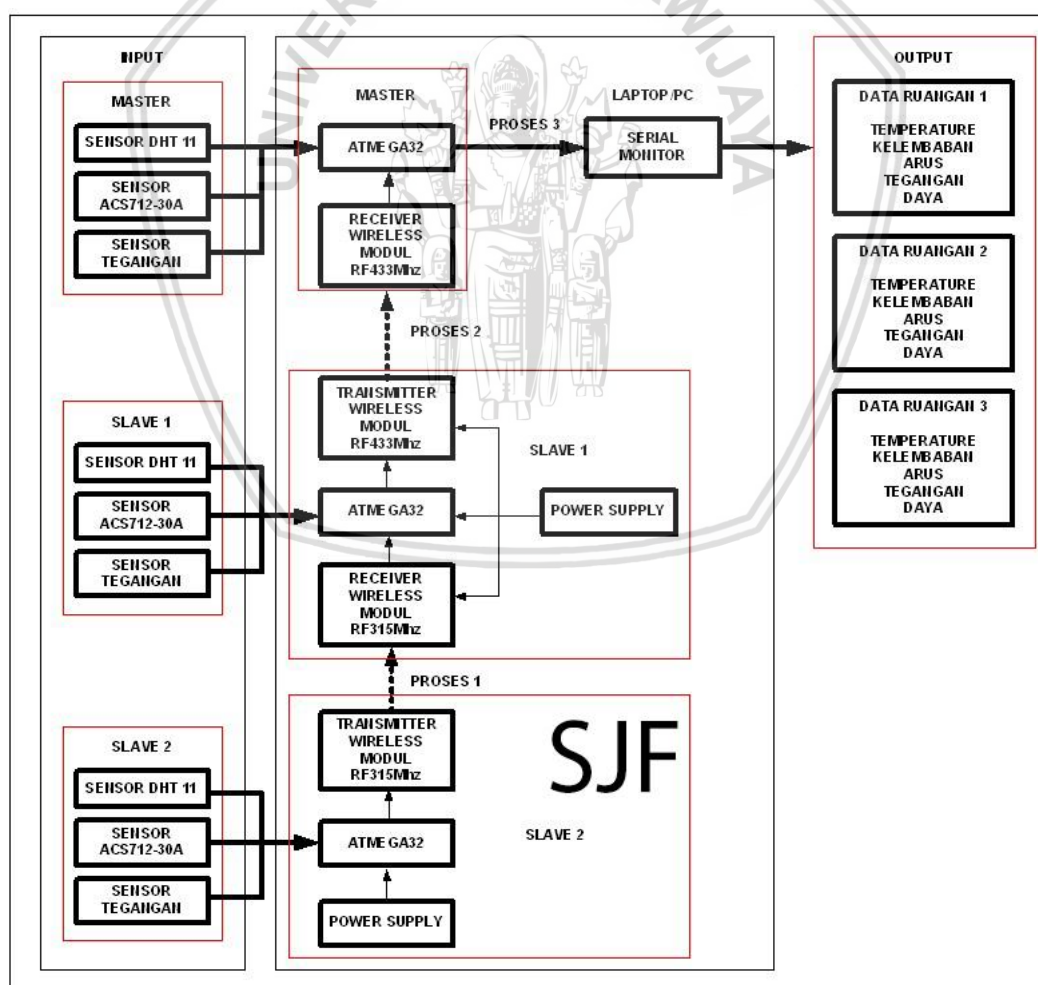
BAB 5 PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

5.1 Perancangan sistem

Perancangan dilakukan untuk mengetahui langkah langkah yang digunakan dalam pengerjaan rekayasa kebutuhan yang telah dijelaskan sebelumnya. Dalam proses perancangan tersebut hal - hal yang dapat dijelaskan yakni dalam sisi *hardware* maupun *software* sehingga menghasilkan suatu proses implementasi dalam penelitian ini. Selain proses dalam sisi *hardware* maupun *software*, penelitian ini juga menekankan pada proses mekanisme Algoritma SJF (*Shortest Job First*).

5.1.1 Gambaran umum sistem

Perancangan sistem terdiri dari tiga bagian, yaitu *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node*. Gambar 5.1 merupakan diagram blok sistem yang telah dirancang.



Gambar 5.1 Diagram blok sistem

Diagram blok diatas merupakan gambaran umum terkait rancangan sistem yang dibuat, terdapat tiga bagian berupa *input*, proses, dan *output*. Pada bagian *input master node*, *slave 1 node* maupun *slave 2 node* masing-masing terdapat modul *sensor* DHT11, ACS712-30A, dan *sensor* tegangan. Modul *sensor* DHT11 difungsikan hanya mengakuisisi data suhu dan kelembaban, modul *sensor* ACS712-30A untuk mengakuisisi data arus, sedangkan modul *sensor* tegangan untuk mengakuisisi data tegangan. Setiap data hasil *sensing* dari setiap *sensor* diteruskan pada mikrokontroler Atmega32 untuk diproses, dan sebagai algoritma pengiriman data menggunakan mekanisme algoritma SJF (*Shortest Job First*), pengiriman data dilakukan menggunakan modul RF433MHz dan RF315MHz secara nirkabel melalui gelombang radio pada frekuensi 433MHz dan 315MHz.

Proses pengiriman data yang dilakukan oleh sistem menggunakan algoritma SJF (*Shortest Job First*), Proses pengiriman data yang didahulukan adalah proses yang memiliki sedikit data kemudian dilanjutkan pada proses pengiriman data yang muatannya lebih banyak. Diagram Blok diatas proses yang memiliki data dalam jumlah sedikit adalah proses pada *slave 2 node*, kemudian dilanjutkan pada proses *slave 1 node* yang memiliki muatan data dua kali lipat dibandingkan dengan *slave 2 node*, dilanjutkan dengan proses pada master yang muatan datanya tiga kali lipat dibandingkan dengan proses *slave 2 node*.

5.1.2 Perancangan Modul Master

Perancangan modul master terdiri dari beberapa modul yang dirangkai menjadi satu agar sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan. Gambar skematik diagram dari rangkaian modul master ditunjukkan pada Gambar 5.3.

Pada rangkaian modul *master node* terdapat beberapa komponen beserta fungsinya sebagai berikut.

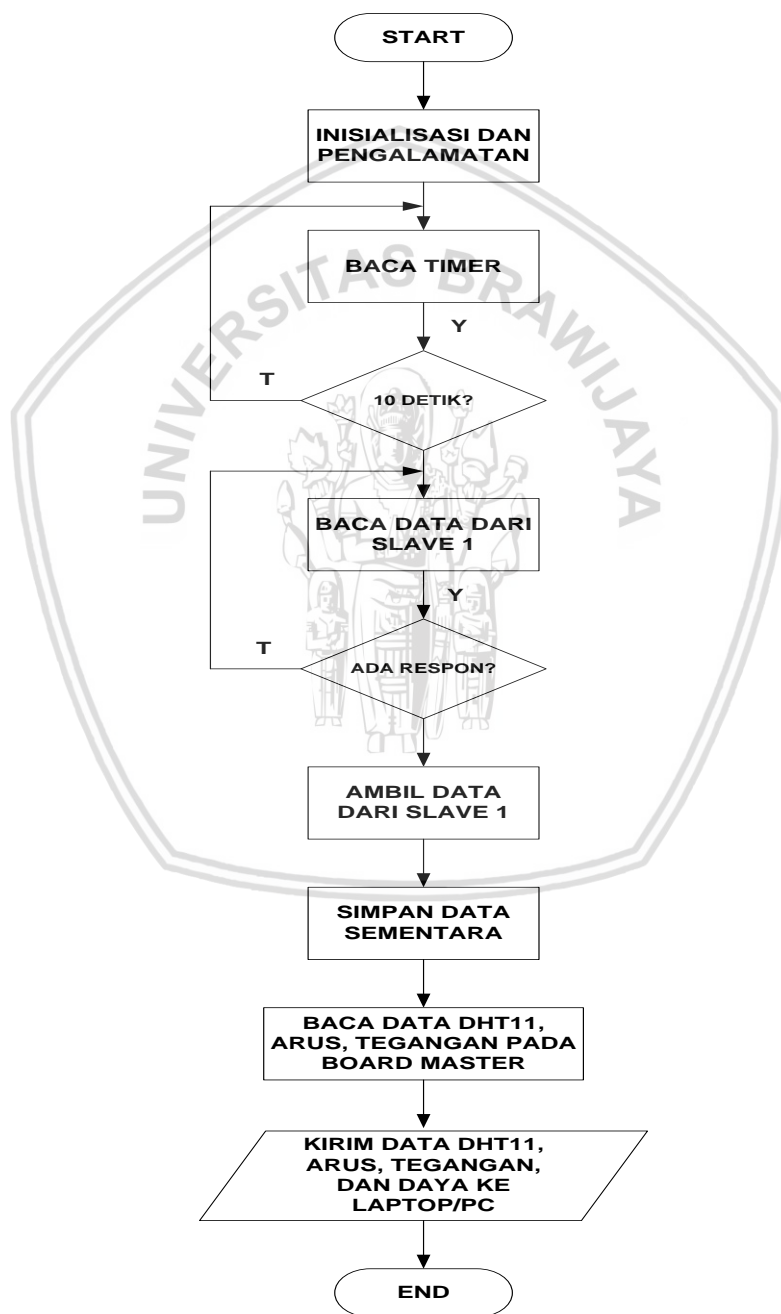
1. Mikrokontroler ATmega32 memiliki 40 pin dan dibagi menjadi 4 Port yaitu Port A, B, C, D, diantara 40 pin ada 32 Pin sebagai *Input/Output*, Atmega32 dibanding dengan mikrokontroler lainnya memiliki memori *flash* lebih besar yaitu 32kb dan *clock* kinerja sampai 16Mhz , dengan memiliki spesifikasi dan pin yang ringkas diharapkan dapat membantu kinerja dari *sensor* yang dipakai
2. *USB-to-TTL FTDI Break-out* modul ini diletakan pada pin INT0/PD2 yang dimaksud adalah *external interrupt* 0 input sebagai pengirim data dari mikrokontroler menuju PC.
3. *Receiver* RF433Mhz modul ini diletakan pada pin RX/PD0 yang dimaksud adalah USART *input* pin, USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*) adalah komunikasi serial dua arah

yang terdapat di AVR, bila USART *input* pin maka masukan *serial*, modul ini ditujukan untuk menerima data dari *slave 1 node*.

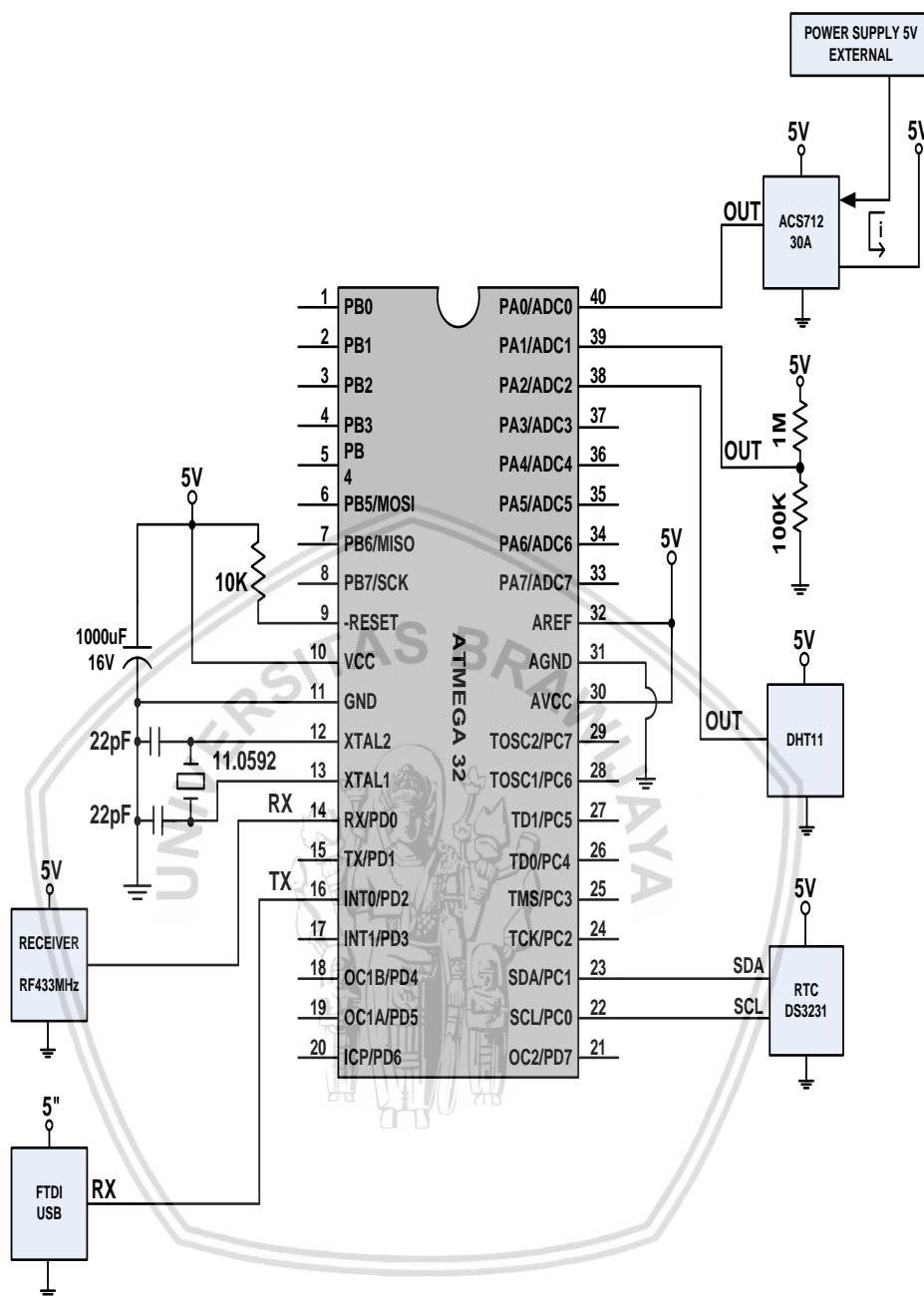
4. Sensor DHT11 modul ini diletakan pada pin PA2/ADC2 termasuk dari Port A0 - A7 yang berarti Pin *Analog to Data Converter* (Perubahan dari data Analog ke Digital) modul ini ditujukan untuk mensensing hasil data suhu dan kelembaban.
5. Sensor ACS712-30A modul ini diletakan pada pin PA0/ADC0 termasuk dari Port A0 - A7, modul ini ditujukan untuk mensensing hasil data Arus.
6. Sensor Tegangan modul ini terletak pada pin PA1/ADC1 termasuk dari Port A0 - A7, modul ini ditujukan sebagai rangkaian pembagi tegangan berfungsi membagi tegangan input menjadi beberapa bagian tegangan *output*, rangkaian pembagi tegangan bisa disebut juga dengan rangkaian *sensor* tegangan.
7. RTC DS3231 modul ini terletak pada pin SDA/PC1 yang dimaksud adalah *serial* data untuk mentransmit data dan yang kedua pada pin SCL/PC0 yang dimaksud adalah *serial clock line* bertujuan untuk menghantarkan sinyal *clock*, modul ini ditujukan sebagai media penyedia data waktu dan penanggalan.
8. Xtal 110592 Mhz digunakan sebagai pembangkit *clock* eksternal dan seperti yang diketahui bahwa IC atmega mempunyai *clock internal* sebesar 1 MHZ karena semakin tinggi frekuensi *clock* maka atmega akan bekerja semakin maksimal. Xtal berada pada pin XTAL1 dan XTAL2 yang dimaksud pin masukan *clock* eksternal, 1 buah *capasitor* 1000µf/16V berfungsi untuk menstabilkan frekuensi, 2 buah *capasitor* 22pf berfungsi untuk menstabilkan frekuensi, dan 1 buah resistor 10kΩ berfungsi sebagai pelindung Pin RESET agar terhindar dari *noise* maka resistor harus terhubung dengan pin GND, Jadi untuk menggunakan pembangkit *clock* eksternal maka harus memakai, Xtal, *Capasitor* dan Resistor *pull-up* eksternal berfungsi untuk menjaga agar pin RESET tidak berlogika 0 secara tidak disengaja.

Alur jalannya sistem pada *master node* disajikan dalam bentuk *flowchart diagram* yang berada pada Gambar 5.2. Pertama *master node* akan melakukan inisialisasi dan pengalamatan variabel, dan konfigurasi pin RTC, pin *sensor* yang digunakan pada *modul master* yang berfungsi untuk menunjang berjalannya sistem, variabel yang didefinisikan sebagai *byte*, *word*, *string* kemudian dilanjutkan dengan pembacaan *timer*.

Jika timer sudah berjalan 10 detik maka master akan melakukan pembacaan kiriman data dari *slave 1 node* menggunakan *Receiver 433Mhz*. Jika ada respon dari *slave 1 node*, maka kiriman data dari *slave 1 node* akan disimpan sementara oleh *master node*. Setelah itu proses pada master dilanjutkan dengan membaca data *sensor arus*, *dht11*, dan *sensor tegangan* yang terdapat pada *master node*. Setelah selesai melakukan pembacaan data *sensor*, kemudian *master node* melakukan pengiriman semua data tersebut menuju *pc/laptop* menggunakan *FTDI*.



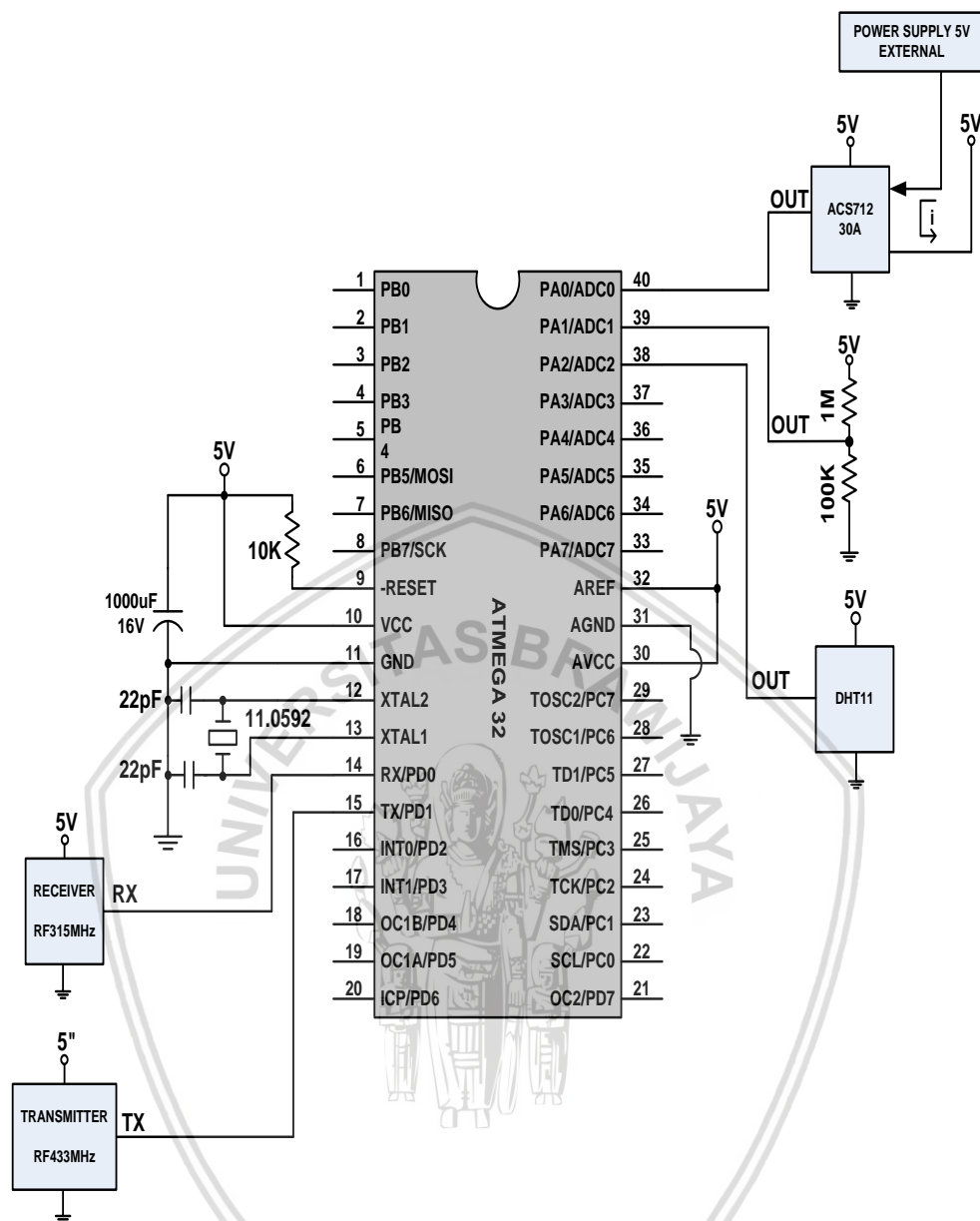
Gambar 5.2 Flowchart diagram *modul master*



Gambar 5.3 Skematik diagram modul master

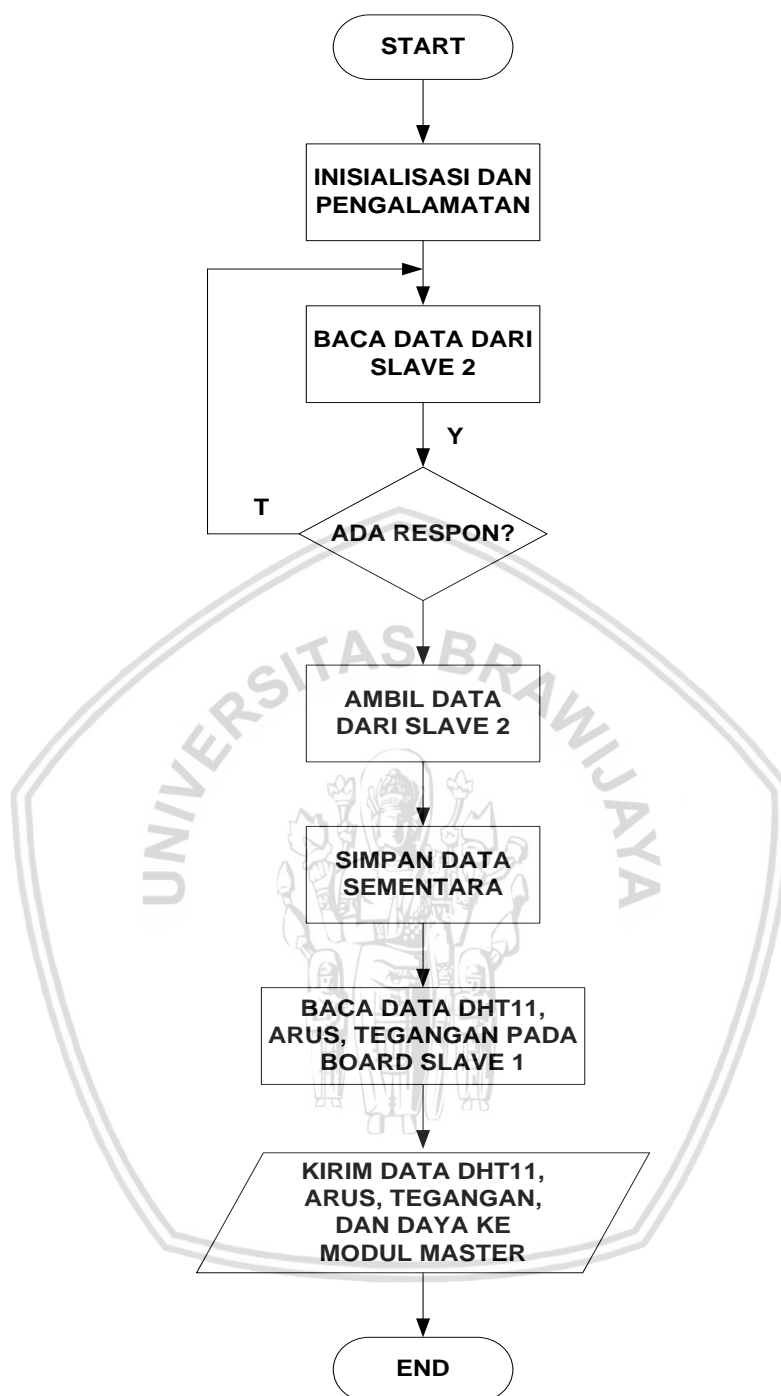
5.1.3 Perancangan Modul Slave 1

Secara garis besar dalam perancangan modul *slave 1 node* tidak jauh beda dengan modul *master node*, perbedaannya terletak pada modul RTC dan modul *wireless RF 433MHz*. Dimana pada modul *master node* dilengkapi dengan modul RTC dan modul *receiver RF 433MHz*, sedangkan pada modul *slave 1 node* tidak dilengkapi dengan RTC dan juga ada perbedaan pada modul *wireless* yaitu menggunakan *transmitter RF 433MHz* dan *receiver 315MHz*. Skematik diagram rangkaian pada modul *slave 1 node* di tunjukkan pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Skematik diagram modul slave 1

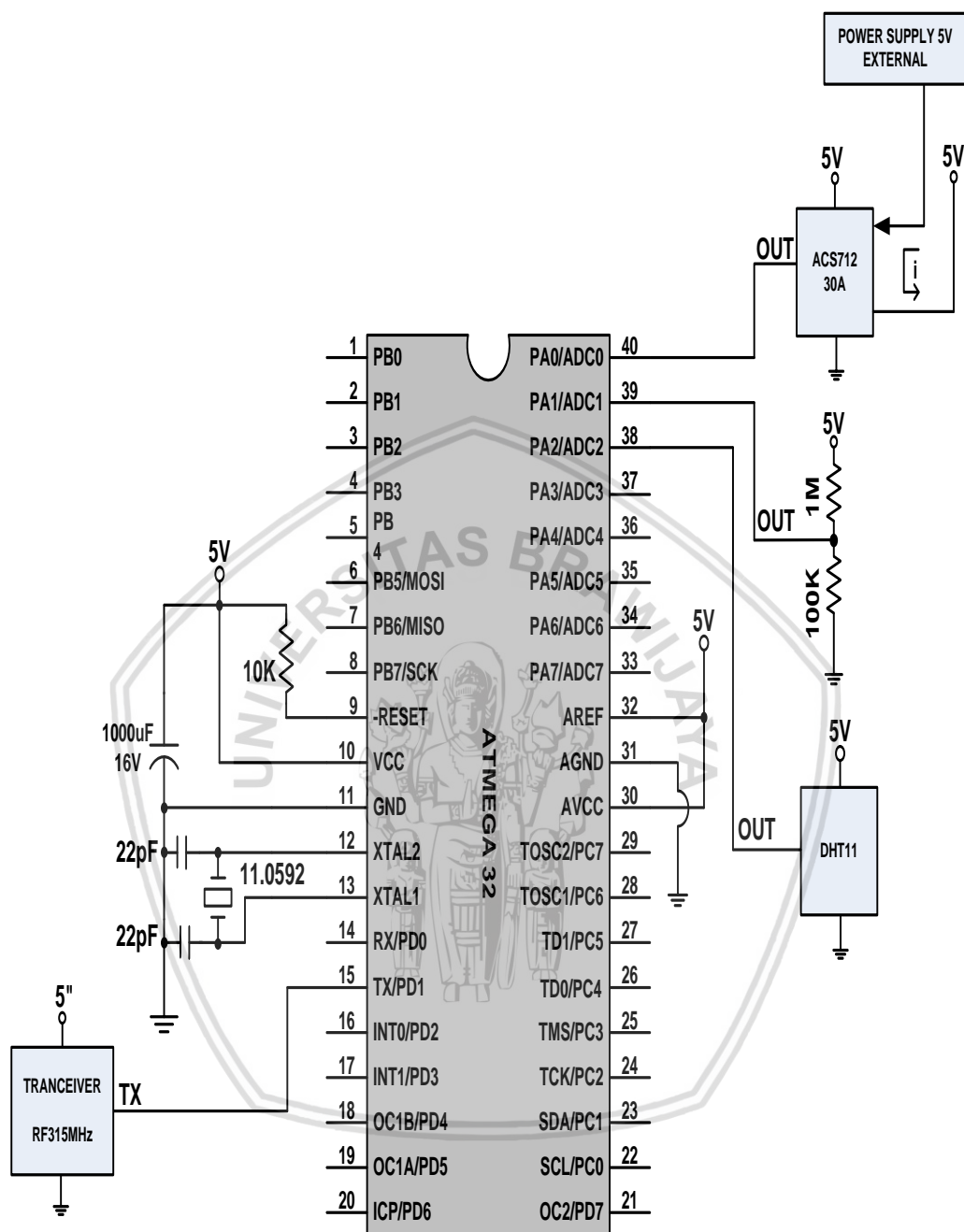
Alur jalannya sistem pada *slave 1 node* disajikan dalam bentuk *flowchart diagram* yang berada pada Gambar 5.5. Pertama *slave 1 node* akan melakukan inisialisasi dan pengalamatan kemudian dilanjutkan dengan pembacaan data dari *slave 2 node*, *slave 1 node* akan menunggu respon kiriman data dari *slave 2 node*. Jika ada kiriman data dari *slave 2 node* maka data tersebut disimpan sementara oleh *slave 1 node* dan kemudian proses dilanjutkan dengan pembacaan *sensor - sensor* yang ada di *board slave 1 node*, proses selanjutnya adalah melakukan pengiriman semua data tersebut menuju ke *master node* menggunakan *Transmitter 433Mhz*.



Gambar 5.5 Flowchart diagram modul *slave 1*

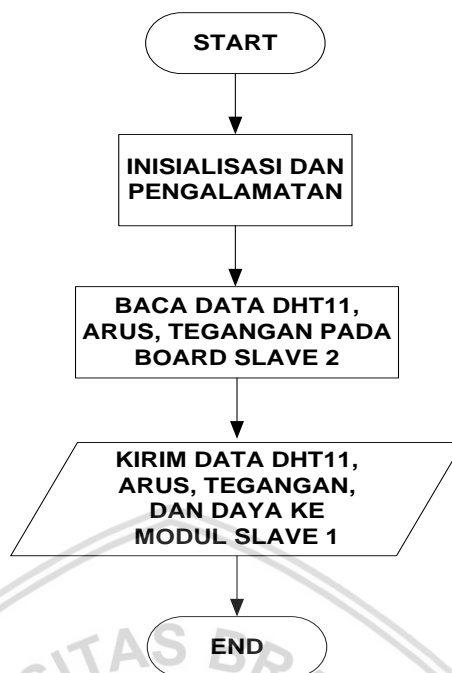
5.1.4 Perancangan Modul Slave 2

Sama halnya dengan modul *slave 1 node*, pada modul *slave 2 node* tidak disertakan RTC. Dan juga untuk *wireless* pada modul *slave 2 node* ini hanya menggunakan *transmitter* RF315MHz saja. Skematik diagram rangkaian pada modul *slave 1 node* di tunjukkan pada Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Skematik diagram modul *slave 2*

Alur jalannya sistem pada *slave 2 node* disajikan dalam bentuk *flowchart* diagram yang berada pada Gambar 5.7. Pertama *slave 2 node* akan melakukan inisialisasi dan pengalamatan kemudian dilanjutkan dengan pembacaan *sensor - sensor* yang ada di *board slave 2 node*, semua data dari hasil *sensing* semua *sensor* yang berada di *board slave 2 node* dikirimkan menuju ke *slave 1 node* menggunakan *Transmitter 315Mhz*.



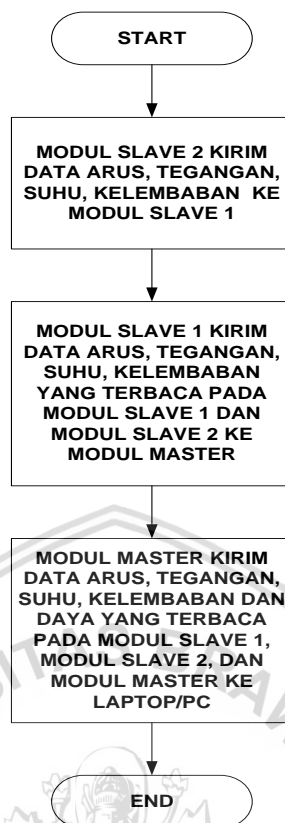
Gambar 5. 7 Flowchart diagram modul *slave 2*

5.1.5 Perancangan mekanisme *Algoritma SJF* pada *WSN*

Proses pengiriman data yang dilakukan oleh sistem menggunakan algoritma penjadwalan SJF (*Shortest Job First*), Algoritma SJF merupakan algoritma penjadwalan yang mendahulukan proses terpendek dahulu melakukan proses pekerjaan, dalam hal ini yang melakukan pekerjaan proses terpendek adalah *slave 2 node*.

Slave 2 node melakukan pengiriman hasil sensing data suhu, kelembaban, arus dan tegangan menuju *slave 1 node* dengan menggunakan *wireless transmitter* 315MHz. Setelah data tersebut diterima oleh modul *slave 1 node* dengan menggunakan *wireless receiver* 315MHz, maka *slave 1 node* mulai melakukan sensing data suhu, kelembaban, arus dan tegangan, kemudian data pada *slave 2 node* dan *slave 1 node* dikirim ke modul *master node* dengan menggunakan *wireless transmitter* 433MHz.

Master node menerima data dari *slave 1 node* dengan menggunakan *receiver* 433MHz, setelah diterima maka modul *master node* mulai melakukan sensing data suhu, kelembaban, arus dan tegangan, kemudian data pada *master node*, *slave 1 node*, *slave 2 node*, serta *update* waktu pada RTC yang digunakan pada modul *master node* dikirim ke laptop/PC dengan menggunakan modul USB To TTL FTDI, alur jalannya algoritma SJF (*Shortest Job First*) yang diimplementasikan dalam sistem keseluruhan disajikan dalam bentuk *flowchart* diagram yang berada pada Gambar 5.8.



Gambar 5.8 Flowchart algoritma sjf yang digunakan

5.1.6 Perancangan Modul

Bagian ini berisi tentang modul yang terhubung melalui 4 *Port* mikrokontroller ATmega32 yaitu *Port A, B, C, D* menghubungkan berdasarkan perancangan pada masing masing *node*.

1. Perancangan modul RF315/433Mhz

Pada rangkaian modul *master node*, RF 433Mhz digunakan sebagai media komunikasi nirkabel yang digunakan untuk menerima data hasil dari pembacaan data yang telah dilakukan oleh modul *slave 1 node*. Dalam perancangannya diperlukan tegangan sebesar 5 V yang diambil dari *suply* tegangan FTDI *Break-out*. Selain itu agar modul RF 433Mhz bisa di program maka diperlukan konfigurasi pin yang berada pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Keterangan Pin RF 433Mhz Pada Master

Pin RF 433Mhz	Pin ATmega32
GND	GND
VCC	VCC
DATA	PORTD.0

Pada rangkaian modul *slave 1 node*, RF 315Mhz digunakan sebagai media komunikasi nirkabel yang digunakan untuk menerima data hasil dari pembacaan data yang telah dilakukan oleh modul *slave 2 node*. Dalam perancangannya diperlukan tegangan sebesar 5 V yang diambil dari *suply* tegangan dari pin AVCC. Selain itu agar modul RF 315Mhz bisa di program maka diperlukan konfigurasi pin yang berada pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Keterangan Pin RF 315Mhz Pada Slave 1

Pin RF 315Mhz	Pin ATmega32
GND	GND
VCC	VCC
DATA	PORTD.0

Pada rangkaian modul *slave 1 node*, RF 433Mhz digunakan sebagai media komunikasi nirkabel yang digunakan untuk mengirim data hasil dari pembacaan data pada modul *slave 1 node* menuju *master node*. Dalam perancangannya diperlukan tegangan sebesar 5 V yang diambil dari *suply* tegangan dari pin AVCC. Selain itu agar modul RF 433Mhz bisa di program maka diperlukan konfigurasi pin yang berada pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Keterangan Pin RF 433Mhz Pada Slave 1

Pin RF 433Mhz	Pin ATmega32
GND	GND
VCC	VCC
DATA	PORTD.1

Pada rangkaian modul *slave 2 node*, RF 315Mhz digunakan sebagai media komunikasi nirkabel yang digunakan untuk mengirim data hasil dari pembacaan data pada modul *slave 2 node* menuju *slave 1 node*. Dalam perancangannya diperlukan tegangan sebesar 5 V yang diambil dari *suply* tegangan dari pin AVCC. Selain itu agar modul RF 315Mhz bisa di program maka diperlukan konfigurasi pin yang berada pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Keterangan Pin RF 315Mhz Pada Slave 2

Pin RF 315Mhz	Pin ATmega32
GND	GND
VCC	VCC
DATA	PORTD.1

2. Perancangan modul RTC

Modul RTC DS3231 pada modul *master node* digunakan sebagai media penyedia data waktu dan penanggalan yang mana data tersebut diperlukan oleh modul *master node*. Modul RTC memiliki 5 pin yang terdiri pin DS, SCL, SDA, GND, dan VCC dengan konfigurasi pin mikrokontroler yang berada pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Keterangan Pin Modul RTC DS3231

Pin Modul RTC	Pin ATmega32
SCL	PORTC.0
SDA	PORTC.1
GND	GND
VCC	VCC

3. Perancangan modul *sensor* DHT11

Modul sensor DHT11 digunakan oleh semua *node* untuk mengakuisisi data *sensing* berupa besaran suhu dan kelembaban. Cara kerja dari modul tersebut yakni dimulai dengan proses *sensing* oleh modul, yang kemudian hasilnya diteruskan pada mikrokontroler. Setelah mikrokontroler menerima *input* melalui pin DATA pada modul *sensor*, masukan tersebut diolah dengan menggunakan program Bascom AVR sehingga dapat memanifestasikan masukan menjadi data suhu dengan sesuai. Adapun konfigurasi pin modul *sensor* berada pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Keterangan Pin Sensor DHT11

Pin Sensor DHT11	Pin ATmega32
DATA	PORTA.2
GND	GND
VCC	VCC

4. Perancangan modul ACS712-30A

Modul *sensor* ACS712-30A digunakan oleh semua *node* modul yang berfungsi untuk mengukur Arus pada rangkaian yang digunakan. Kemampuan *sensor* ini dalam mengukur arus adalah sebesar 30A. Modul *sensor* tersebut terdiri dari pin VCC, GND, INPUT, dan OUTPUT. Konfigurasi pin pada rangkaian modul *sensor* dengan mikrokontroler ditunjukkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Keterangan Pin Sensor ACS712-30A

Pin Sensor ACS712-30A	Pin ATmega32
OUTPUT	PORTA.0
GND	GND
VCC	VCC

5. Perancangan sensor tegangan

Modul *sensor* tegangan merupakan modul yang digunakan oleh semua *node* untuk mengakuisisi data tegangan. *Sensor* ini terdiri dari 2 buah resistor yang dirangkai sedemikian rupa sehingga mampu menurunkan nilai tegangan beberapa kali lipat dibandingkan dengan nilai input. Rangkaian *sensor* tegangan ini disebut juga dengan rangkaian pembagi tegangan. Konfigurasi pin output pada rangkaian ini dengan mikrocontroller ditunjukkan pada Tabel 5.8

Tabel 5.8 Keterangan Pin Sensor Tegangan

Pin Sensor Tegangan	Pin ATmega32
Output sensor tegangan	PORTA.1
VCC	VCC
GND	GND

6. Perancangan modul FTDI Break-out

Pada modul *master node* modul FTDI *Break-out* digunakan sebagai sumber tegangan dari *master node*. Yang mana modul tersebut akan menerima masukan berupa sumber energi yang kemudian ditransformasikan menjadi tegangan 5V, terdapat dua pilihan tegangan yang dapat dilairkan yakni tegangan 5V dan tegangan 3,3V yang dipilih dengan menggunakan *jumper*. Pada modul tersebut memiliki enam buah pin utama dan juga beberapa pin tambahan yang dapat digunakan, pin utama yang dimaksud terdiri dari pin RX, TX, VCC dan GND, disamping itu dalam perancangan sistem juga menggunakan pin tambahan untuk mengalirkan tegangan 3,3V. Tabel 5.9 menjelaskan bagaimana konfigurasi pin utama FTDI *Break-out* dengan mikrokontroler.

Tabel 5.9 Keterangan Pin FTDI Break-out

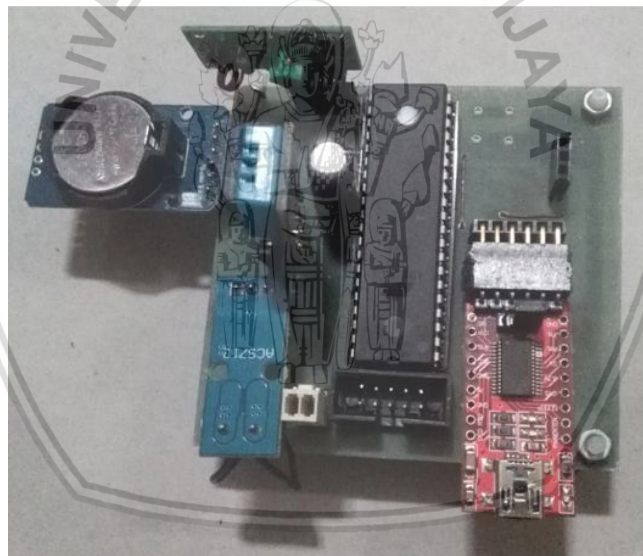
Pin FTDI Break-out	Pin Atmega32
RX	PORTD.2
VCC	VCC
GND	GND

5.2 Implementasi sistem

Tahapan implementasi sistem dapat dilaksanakan apabila proses perancangan sistem telah terpenuhi, hal tersebut dikarenakan tahapan perancangan merupakan acuan dalam implementasi sistem. Pada bagian ini menjelaskan tentang pembahasan pengimplementasian sistem pada modul *master node*, *slave 1 node*, dan *slave 2 node*.

5.2.1 Implementasi sistem pada *modul master*

Implementasi sistem pada modul *master node* dilakukan sesuai dengan pembahasan perancangan sistem. Dalam perangkaian *sensor node* disesuaikan dengan perancangan sistem, yang mana rangkaian tersebut terdiri dari mikrokontroler ATmega32, modul *USB-to-TTL FTDI Break-out*, modul komunikasi nirkabel RF433MHz, modul RTC DS3231 sebagai penyedia data waktu dan penanggalan, modul *sensor DHT11*, modul *sensor ACS712-30A*, dan modul *sensor tegangan*. Gambar 5.9 menunjukkan hasil implementasi sistem pada modul *master node*.



Gambar 5.9 Implementasi sistem pada *modul master*

Sedangkan dalam implementasi sistem pada bagian perangkat lunak, diperlukan BASCOM AVR IDE (*Integrated Development Environment*) yang mendukung bahasa pemrograman *Basic*. Digunakannya bahasa pemrograman *basic* dikarenakan lebih mudah dipahami dari pada menggunakan bahasa C maupun menggunakan menggunakan bahasa *assembler*. Dalam penggunaan bahasa BASCOM tidak menggunakan *library* untuk mendukung pemrograman, namun di tulis dalam bagian sub *program*.

<pre> '-----nama microcontroller----- \$regfile = "m32def.dat" '-----xtal----- \$crystal = 11059200 '-----baud rate untuk komunikasi serial----- \$baud = 1200 Config TIMER0 = Timer , Prescale = 1024 Config ADC = Single , Prescaler = Auto Config Sda = PORTC.1 Config Scl = PORTC.0 'address of ds3231 Const Ds3231w = &H00 Const Ds3231r = &HD1 Dht_put Alias PORTA.2 Dht_get Alias PINA.2 Dht_io_set Alias DDRA.2 '-----dht11----- Dim T As Byte Dim H As Byte Dim Crc As Byte Dim Mybyte As Byte Dim Sensor_data As String * 40 Dim Tmp_str8 As String * 8 Dim Count As Byte Dim Sum1 As Dword Dim B2 As Word '-----adc----- Dim Adc0 As Word Dim Adc1 As Word Dim S1 As Single Dim S2 As Single Dim Volt As String * 5 </pre>	<pre> '-----DS3231----- Dim Dtk As Byte Dim Mnt As Byte Dim Jam As Byte Dim Tgl As Byte Dim Eln As Byte Dim Thn As Byte Dim Hari As Byte Dim Stgl As String * 2 Dim Sbln As String * 2 Dim Sthn As String * 2 Dim Sjam As String * 2 Dim Smnt As String * 2 Dim Sdtk As String * 2 Dim Day As String * 10 Dim Stime As String * 8 Dim Sdate As String * 20 Dim Temp As String * 5 Dim S3 As Single '-----timer----- Dim Tuck As Byte Dim Dtk1 As Byte Dim Mnt1 As Byte '-----serial----- Dim Rx_byte As Byte Dim Rx_char As String * 1 Dim Rx_flag As Bit Dim Njupuk As String * 25 '-----rf433----- Dim I As Byte Dim Data_slave1(10) As String * 10 Dim Data_slave2(6) As String * 10 </pre>
---	--

Gambar 5.10 Inisialisasi dan konfigurasi modul pada *modul master*

Pada Gambar 5.10 menunjukkan tentang inisialisasi modul, variabel, dan konfigurasi pin RTC, pin *sensor* yang digunakan pada *modul master* yang berfungsi untuk menunjang berjalannya sistem. Diantara variabel yang didefinisikan sebagai *byte*, *word*, *string*. Ukuran range bilangan byte yaitu 0 – 255 desimal, sedangkan *range* untuk bilangan word yaitu 0 – 65535 desimal. Pada variable *string* digunakan untuk variabel data teks saja.

5.2.2 Urutan berjalannya *modul master*

Setelah melewati bagian inisialisasi dan *setup*, *modul master node* kemudian menjalankan *code program* pada Gambar 5.11. Mikrokontroler mulai melakukan pembacaan detik, jika *timer* membaca 10 detik maka *timer* melakukan pembacaan data pada modul *slave 1 node*, kemudian dilanjutkan pembacaan data pada modul *master node* dan melakukan pengiriman data ke laptop/PC.

```

Do
  If Dtk1 > 9 Then
    Dtk1 = 0 : Mnt1 = 0
    Gosub Baca_slave1
    Gosub Baca_master
    Gosub Kirim_data
  End If
  Waitms 60
Loop

```

Gambar 5.11 Program do loop yang mengawali bekerjanya *modul master*

```

Baca_slave1:
  Baud = 1200
  For I = 1 To 10
    Data_slave1(i) = ""
  Next
  Njupuk = "" : Dtk1 = 0
  Do
    If Rx_flag = 1 Then
      Reset Rx_flag
      Select Case Rx_byte
        Case 36
          Njupuk = "" : I = 0
        Case 59
          Incr I
          Data_slave1(i) = Njupuk
          Njupuk = ""
        Case 35
          Exit Do
        Case Else
          Njupuk = Njupuk + Rx_char
        End Select
      End If
      If Dtk1 > 15 Then Exit Do
    Loop
    If Data_slave1(2) <> "slave1" Then Goto Baca_slave1
  Return

```

Gambar 5.12 Sub program baca data serial slave 1 pada modul master

Pada Gambar 5.12 merupakan sub *program* untuk membaca kiriman data pada *slave 1 node*. Modul *master node* memulai pembacaan kiriman data modul *slave 1 node* yang dimulai dengan tanda "\$" yang ditunjukkan dengan nilai Ascii 36 desimal, dan diakhiri pembacaan datanya dengan tanda "#" yang ditunjukkan dengan nilai Ascii 35 desimal.

```

Baca_master:
  Gosub Baca_arus
  Gosub Baca_volt
  Gosub Baca_daya
  Gosub Baca_dht
  Gosub Baca_rtc
  Return

```

Gambar 5.13 Sub program baca data pada master

Pada Gambar 5.13 merupakan sub *program* pada modul *master node* untuk pembacaan *sensor* arus, tegangan, daya, suhu, kelembaban dan waktu.


```

Kirim_data:
  Open "comd.2:9600,8,N,1" For Output As #1
  Baud #1 9600
  Print #1 Sdate : ":" : Stime : ":" : T : ":" : Data_slave1(5) : ":" :
  Print #1 Data_slave1(9) : ":" : H : ":" : Data_slave1(6) : ":" :
  Print #1 Data_slave1(10) : ":" : Arus : ":" : Data_slave1(3) : ":" :
  Print #1 Data_slave1(7) : ":" : Volt : ":" : Data_slave1(4) : ":" :
  Print #1 Data_slave1(8) : ":" : P1 : ":" : P2 : ":" : P3 : Waitas 50
  Close #1
  Return

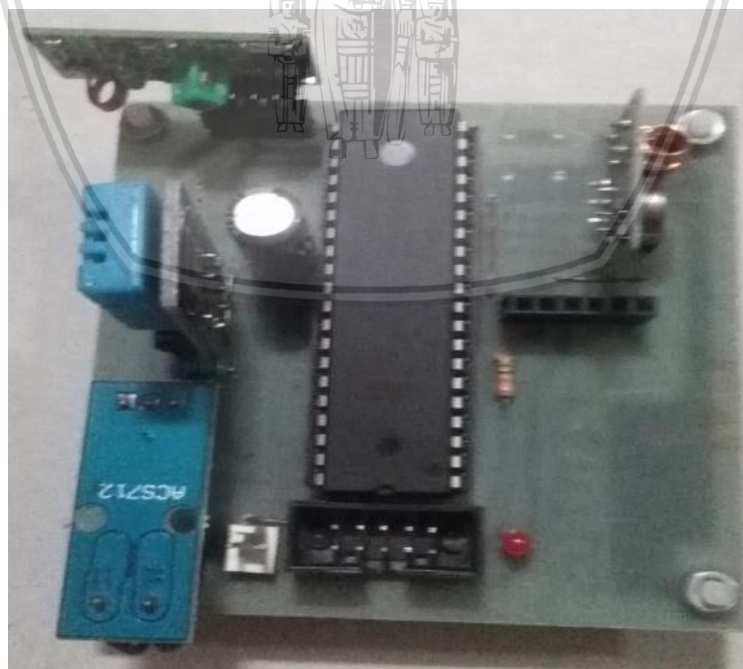
```

Gambar 5.14 Sub program kirim data

Pada Gambar 5.14 merupakan program pada modul master yang berfungsi untuk mengirimkan data ke laptop/PC dengan menggunakan FTDI USB. Data yang dikirim secara berurutan adalah data Hari, tanggal, jam, *temperature* 1, *temperature* 2, *temperature* 3, kelembaban 1, kelembaban 2, kelembaban 3, arus 1, arus 2, arus 3, tegangan 1, tegangan 2, tegangan 3, daya 1, daya 2, daya 3.

5.2.3 Implementasi sistem pada *modul slave 1*

Implementasi sistem pada modul *slave 1 node* dilakukan sesuai dengan pembahasan perancangan sistem. Dalam perangkaian modul *slave 1 node* yang disesuaikan dengan perancangan sistem yang mana perangkat keras yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega32, modul *receiver* RF315Mhz, modul *Transmitter* 433Mhz, modul *sensor* arus, modul *sensor* tegangan, modul *sensor* DHT11. Implementasi perangkat keras pada modul *slave 1 node* ditunjukkan pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Implementasi perangkat keras *modul slave1*

5.2.4 Urutan berjalannya *modul slave 1*

Bagian utama program modul *slave 1 node* berada pada *do loop*, yang mana fungsi *do loop* akan mulai dijalankan ketika tahapan inisialisasi dan *setup* telah selesai dilakukan. Berikut ini merupakan *program* pada fungsi *do loop* yang ditunjukkan oleh Gambar 5.16.

```
Do
  Gosub Baca_slave2
  Gosub Baca_data
  Gosub Kirim_data
Loop
```

Gambar 5.16 Program utama do loop pada *modul slave 1*

Pada Gambar 5.16 dapat dilihat bahwa cara kerja dari *program* dimulai dari pembacaan data pada modul *slave 2 node*. Kemudian dilanjutkan pembacaan data pada modul *slave 1 node* dan melakukan pengiriman data ke modul *master node*.

```
Baca_data:
  Gosub Baca_arus
  Gosub Baca_volt
  Gosub Baca_dht
Return
```

Gambar 5.17 Sub program baca data pada modul slave 1

Pada Gambar 5.17 merupakan sub *program* pada modul *slave 1 node* untuk pembacaan *sensor* arus, tegangan, suhu dan kelembaban.

```
Kirim_data:
  Open "comd.2:1200,8,N,1" For Output As #1
  Baud #1 , 1200
  For I = 0 To 3
    Print #1 , "$;slave1;" ; Arus ; ";" ; Volt ; ";" ; T ;
    Print #1 , ";" ; H ; ";" ; Data_slave1(3) ; ";" ; Data_slave1(4) ;
    Print #1 , ";" ; Data_slave1(5) ; ";" ; Data_slave1(6) ; ";" ; "#"; Waitms 40
  Next
  Close #1
Return
```

Gambar 5.18 Sub program kirim data pada modul slave 1

Pada Gambar 5.18 merupakan sub *program* pada modul *slave 1 node* yang berfungsi untuk mengirimkan data ke modul *master node* dengan menggunakan *wireless RF433MHz*. Data yang dikirim secara berurutan adalah data arus modul *slave 1 node*, tegangan modul *slave 1 node*, *temperature* modul *slave 1 node*, kelembaban modul *slave 1 node*, arus modul *slave 2 node*, tegangan modul *slave 2 node*, *temperature* modul *slave 2 node*, kelembaban modul *slave 2 node*.

```

Baca_slave2:
  Baud = 1200
  For I = 1 To 6
    Data_slave2(i) = ""
  Next
  Njupuk = ""
  Do
    If Rx_flag = 1 Then
      Reset Rx_flag
      Select Case Rx_byte
        Case 36
          Njupuk = "" : I = 0
        Case 59
          Incr I
          Data_slave2(i) = Njupuk
          Njupuk = ""
        Case 35
          Exit Do
        Case Else
          Njupuk = Njupuk + Rx_char
      End Select
    End If
  Loop
  If Data_slave2(2) <> "slave2" Then Goto Baca_slave2
Return

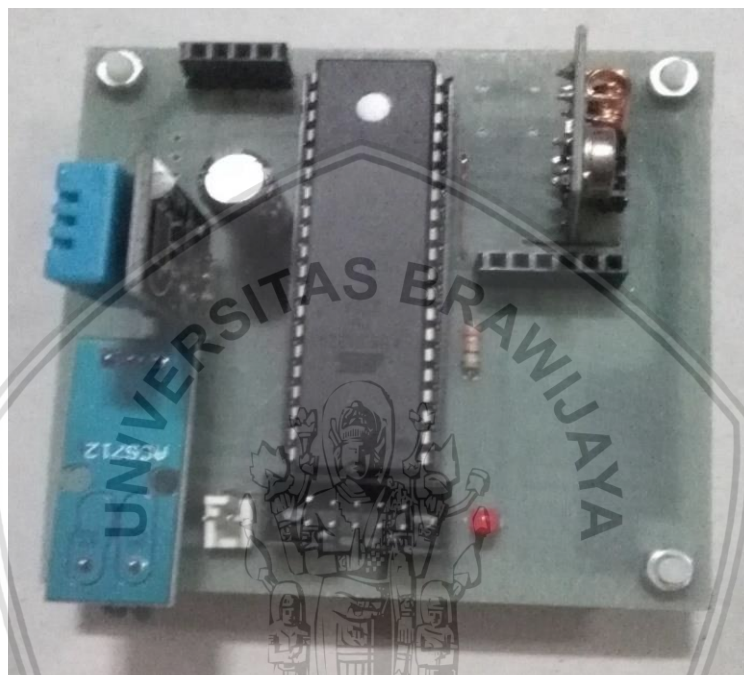
```

Gambar 5.19 Subrutin baca data serial modul slave 2

Pada Gambar 5.19 merupakan sub *program serial* untuk membaca kiriman data dari *slave 2 node* yang menggunakan *wireless RF315Mhz*. Modul *slave 1 node* memulai pembacaan kiriman data modul *slave 2 node* yang dimulai dengan tanda "\$" yang ditunjukkan dengan nilai Ascii 36 desimal. Dan diakhiri pembacaan datanya dengan tanda "#" yang ditunjukkan dengan nilai Ascii 35 desimal.

5.2.5 Implementasi sistem pada *modul slave 2*

Implementasi sistem pada *modul slave 2 node* dilakukan sesuai dengan pembahasan perancangan sistem. Dalam perangkaian *modul slave 2 node* yang disesuaikan dengan perancangan sistem yang mana perangkat keras yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega32, modul *Transmitter* RF315Mhz, modul *sensor* arus, modul *sensor* tegangan, modul *sensor* DHT11. Implementasi perangkat keras pada *modul slave 2 node* ditunjukkan pada Gambar 5. 20.



Gambar 5.20 Implementasi perangkat keras *modul slave2*

5.2.6 Urutan berjalannya *modul slave 2*

Bagian utama *program* *modul slave 2 node* berada pada *program do loop*, yang mana fungsi *do loop* akan mulai dijalankan ketika tahapan inisialisasi dan *setup* telah selesai dilakukan. Berikut ini merupakan program pada fungsi *do loop* yang ditunjukkan oleh Gambar 5.21.

```
Do
  Gosub Baca_data
  Gosub Kirim_data
  Waitms 200
Loop
```

Gambar 5.21 Program utama *do loop* pada *modul slave 2*

Pada Gambar 5.21 dapat dilihat bahwa cara kerja dari program dimulai dari pembacaan data pada *modul slave 2 node*. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengiriman data ke *modul slave 1 node* dengan menggunakan *Transmitter* 315Mhz.

```

Baca_data:
  Gosub Baca_arus
  Gosub Baca_volt
  Gosub Baca_dht
  Return

```

Gambar 5.22 Sub program baca data pada modul slave 2

Pada Gambar 5.22 merupakan sub *program* pada modul *slave 2 node* untuk pembacaan *sensor* arus, tegangan, suhu dan kelembaban.

```

Kirim_data:
  Open "comd.2:1200,8,N,1" For Output As #1
  Baud #1 , 1200
  For I = 0 To 3
    Print #1 , "$;slave2;" ; Arus ; ";" ; Volt ; ";" ; T ; ";" ; H ; ";"
    Waitms 5
  Next
  Close #1
  Return

```

Gambar 5.23 Sub program kirim data pada modul slave 2

Pada Gambar 5.23 merupakan sub *program* pada modul *slave 2 node* yang berfungsi untuk mengirimkan data ke modul *master node* dengan menggunakan *wireless* RF315MHz. Data yang dikirim secara berurutan adalah data arus modul *slave 2 node*, tegangan modul *slave 2 node*, *temperature* modul *slave 2 node*, kelembaban modul *slave 2 node*.

5.2.7 Implementasi Algoritma SJF pada modul slave 2

Pada Gambar 5.21 merupakan *program do loop* pada modul *slave 2 node* yang mana fungsi *do loop* akan mulai dijalankan ketika tahapan inisialisasi dan *setup* terletak pada Gambar 5.10. Program *do loop* pada Pada Gambar 5.21 modul *Slave 2 node* dijadikan tempat dimana algoritma SJF (*Shortest Job First*) berjalan, dikarenakan modul RF315/433Mhz memiliki kekurangan dalam pengiriman banyak data, maka *waitms* diberi nilai 200 agar tidak terjadi *packet lost* yang tidak diinginkan.

Secara teknis *slave 2 node* hanya memiliki 1 pekerjaan yaitu hanya mengirim data menuju ke *slave 1 node* menggunakan *transmitter* RF315Mhz. Dibandingkan dengan *slave 1 node* mempunyai beban 2 kali lipat yaitu, menerima data dari *slave 2 node* menggunakan *receiver* RF315Mhz dan mengirimkan data menuju *master node* menggunakan *transmitter* 433Mhz. *Master node* yang mempunyai beban 3 kali lipat yaitu menerima data hasil dari *slave 2 node* dan *slave 1 node* yang terdapat pada *slave 1 node* menggunakan *receiver* 433Mhz, dan dari semua data tersebut dikirimkan dari *master node* menuju PC menggunakan FTDI.

BAB 6 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini memuat tentang pengujian sistem yang dilakukan berdasarkan tahapan pengujian untuk dapat menjawab rumusan masalah penelitian pada skripsi.

6.1 Pengujian hasil *sensing*

Pada bagian ini akan menguji hasil *sensing* yang dilakukan oleh beberapa modul sensor pada modul *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node*. untuk keperluan pengambilan data suhu, tegangan, dan data arus.

6.1.1 Tujuan

Untuk mengetahui performa hasil *sensing* dari masing-masing modul sensor berdasarkan pada beberapa kondisi.

6.1.2 Peralatan

Dalam melakukan pengujian diperlukan beberapa peralatan berupa perangkat keras maupun lunak yang digunakan, diantara peralatan yang digunakan yakni :

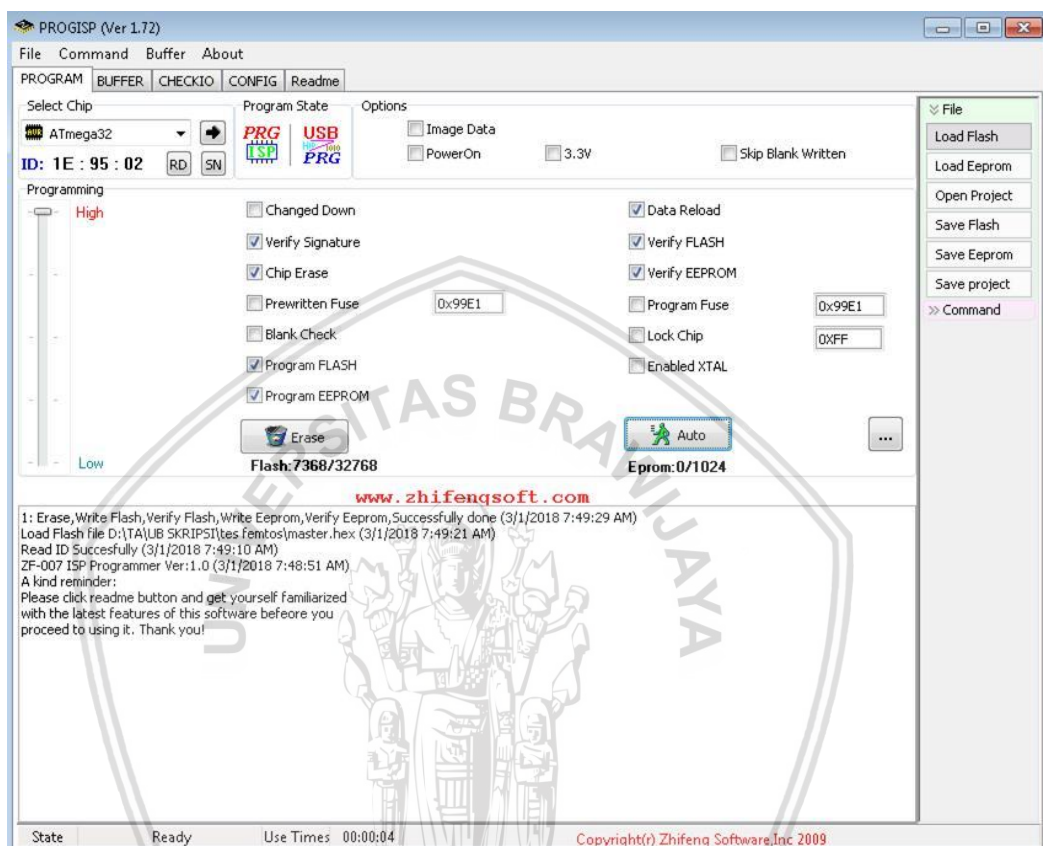
1. Modul *master node*
2. Kabel usb FTDI
3. Kabel *downloader USBasp*
4. *Personal computer*
5. *Program Progisp*
6. Termometer ruangan
7. AVO meter

6.1.3 Langkah Pengujian

Dalam memulai pengujian terdapat beberapa tahapan atau langkah - langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

1. Menghubungkan kabel *downloader USBasp* ke *personal computer*
2. Menjalankan aplikasi *progisp*.
3. Membuka file *master.hex* pada *program progisp* pada tab *menu Load Flash*
4. Melakukan *upload program* - klik *button Auto*

5. Menunggu *program* selesai di *Upload* yang ditandai dengan “*Succesfully done*”.
6. Melakukan *upload pogram* slave1.hex dan slave2.hex ke modul *slave 1 node* dan *slave 2 node*.



Gambar 6.1 Upload program

7. Melakukan pengujian kesesuaian hasil pengambilan data suhu dengan menggunakan modul *sensor* DHT11 dengan data suhu pada termometer ruangan dan kemudian dihitung persentase akurasi hasil *sensing*-nya dengan menggunakan rumus berikut.

$$\% = 100 - \left(\frac{|Thermometer - DHT11|}{Thermometer} \times 100 \right)$$

8. Melakukan pengujian pengambilan data tegangan pada modul *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node* kemudian dibandingkan dengan AVO meter.
9. Melakukan pengujian pengambilan data arus pada modul *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node* kemudian dibandingkan dengan AVO meter.

6.1.4 Hasil

Berikut ini adalah hasil pengujian performa akuisisi data yang dilakukan oleh *master node*, *slave 1 node* dan *slave 2 node*, dari ketiga modul *sensor* dengan tahapan pengujian yang telah di paparkan. Hasil pengujian performa modul *sensor* DHT11 ditunjukkan pada Tabel 6.1, sedangkan hasil pengujian performa modul *sensor* tegangan ditunjukkan pada Tabel 6.2, dan hasil pengujian performa modul *sensor* arus ditunjukkan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.1 Hasil pengamatan pengambilan data suhu

Percobaan ke -	DHT 11 master node(°C)	DHT 11 slave 1 node(°C)	DHT 11 slave 2 node(°C)	Termometer (°C)	Akurasi Master (%)	Akurasi Slave 1 (%)	Akurasi Slave 2 (%)
1	28	27	28	27	96.3	100	96.3
2	28	28	27	27	96.3	96.3	100
3	28	28	28	27	96.3	96.3	96.3
4	28	28	28	28	100	100	100
5	28	28	28	28	100	100	100
6	28	28	28	28	100	100	100
7	28	28	28	28	100	100	100
8	28	28	28	28	100	100	100
9	28	28	28	28	100	100	100
10	28	28	28	28	100	100	100
Rata-rata Akurasi (%)					98.89	99.26	99.26

Tabel 6.2 Hasil pengamatan pengambilan data tegangan

Percobaan ke -	Tegangan master node(V)	Tegangan slave 1 node(V)	Tegangan slave 2 node(V)	AVOmeter (V)	Akurasi Master (%)	Akurasi Slave 1 (%)	Akurasi Slave 2 (%)
1	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
2	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
3	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
4	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
5	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
6	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
7	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
8	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
9	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
10	5	5	5	5.02	99.6	99.6	99.6
Rata-rata Akurasi (%)					99.6	99.6	99.6

Tabel 6.3 Hasil pengamatan pengambilan data arus

Percobaan ke -	Arus master node(mA)	Arus slave 1 node(mA)	Arus slave 2 node(mA)	AVOmeter Master (mA)	AVOmeter slave 1 (mA)	AVOmeter slave 2 (mA)	Akurasi Master (%)	Akurasi Slave 1 (%)	Akurasi Slave 2 (%)
1	45.5	41.5	42.5	46.1	43.4	41.3	98.7	95.6	97.2
2	46.4	42.3	44.3	46.1	43.4	41.3	99.4	97.5	93.2
3	45.9	43.5	43.6	46.1	43.4	41.3	99.6	99.8	94.7
4	49.1	40.4	41.8	46.1	43.4	41.3	93.9	93.1	98.8
5	47.3	40	45.7	46.1	43.4	41.3	97.5	92.2	90.4
6	46.4	40.8	43.2	46.1	43.4	41.3	99.4	94.0	95.6
7	46.8	40	41.8	46.1	43.4	41.3	98.5	92.2	98.8
8	45.5	41.9	42.5	46.1	43.4	41.3	98.7	96.5	97.2
9	47.7	41.5	43.2	46.1	43.4	41.3	96.6	95.6	95.6
10	45.9	42.3	43.2	46.1	43.4	41.3	99.6	97.5	95.6
Rata-rata Akurasi (%)							98.2	95.4	95.7

6.1.5 Analisis

Dari hasil pengujian *sensing* suhu dengan menggunakan modul *sensor* DHT11 didapatkan persentase akurasi *sensing* sebesar 98% sampai 99%. Pada pengujian pengambilan data tegangan didapatkan rata-rata akurasi *sensing* sebesar 99.6%. Sedangkan pengujian pengambilan data persentase arus mendapatkan rata-rata hasil *sensing* sebesar 95% sampai 98%. Berjalannya sistem pada *transmitter sensor node* bergantung pada performa pengambilan data pada setiap modul *sensor*, apabila modul *sensor* yang digunakan tidak dapat mengakuisisi data dengan baik akan sangat berpengaruh terhadap jalannya sistem.

6.2 Pengujian pengiriman data

Pada bagian ini dilakukan pengujian untuk dapat mengetahui apakah mekanisme pengiriman data secara *wireless* dengan menggunakan algoritma *Shortest Job first* dapat dijalankan oleh *master node*, *slave 1 node*, *slave 2 node*.

6.2.1 Tujuan

Untuk mengetahui performa sinkronisasi waktu pengiriman data dan batas optimal *sensor node* dapat berkomunikasi berdasarkan pada jarak tertentu pada pengiriman data.

6.2.2 Peralatan

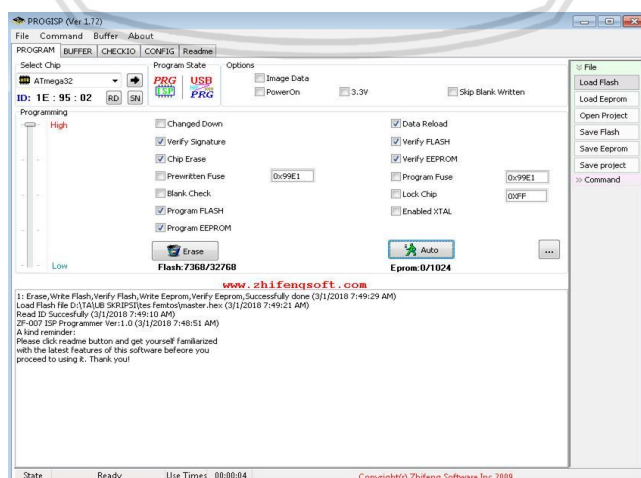
Dalam melakukan pengujian diperlukan beberapa peralatan berupa perangkat keras maupun lunak yang digunakan, diantara peralatan yang digunakan yakni :

1. *Master node*
2. *Slave 1 node*
3. *Slave 2 node*
4. *Kabel Downloader USBasp*
5. *Kabel USB FTDI*
6. *Personal computer*
7. *Program Progisp*
8. *Program Hercules/Hyperteminal*

6.2.3 Langkah Pengujian

Dalam memulai pengujian terdapat beberapa tahapan atau langkah - langkah yang perlu diperhatikan sehingga data pengujian yang didapatkan dapat sesuai dengan tujuan pengujian, diantara langkah-langkah yang perlu dilakukan adalah :

1. Menghubungkan kabel *downloader* USBasp ke *personal computer*
2. Menjalankan aplikasi progisp.
3. Membuka file *master.hex* pada *program* progisp pada tab menu *Load Flash*
4. Melakukan *upload program* - klik *button Auto*
5. Menunggu *program* selesai di *Upload* yang ditandai dengan "*Succesfully done*".
6. Melakukan *upload program* *slave1.hex* dan *slave2.hex* ke modul *slave 1 node* dan *slave 2 node*.



Gambar 6.2 Upload program

Melakukan percobaan dengan melakukan pengiriman data selama 5 kali percobaan dengan jarak yang berbeda. Pengujian tersebut dilakukan dengan 2 tahap, yaitu:

- Ruang tertutup, yaitu pengujian dilakukan disebuah ruangan biasa akan tetapi tidak banyak celah angin masuk.
- Ada halangan, yaitu pengujian dilakukan disebuah ruangan dengan penghalang.

6.2.4 Hasil

Berikut ini adalah hasil pengujian performa pengiriman data dengan jarak tertentu pada ruang tertutup maupun dengan halangan, halangan pada pengujian ini adalah berupa benda padat. Hasil pengujian selengkapnya ditunjukkan dalam Tabel 6.4 sampai Tabel 6.7.

Tabel 6.4 Hasil pengamatan pengambilan data pada Node Master

percobaan ke	date	time	suhu	humidity	arus	volt	Daya
1	24/5/2018	16:53:02	28	68	45,5	5	0,23
2	24/5/2018	16:53:12	28	69	46,4	5	0,23
3	24/5/2018	16:53:22	28	68	45,9	5	0,23
4	24/5/2018	16:53:32	28	69	49,1	5	0,25
5	24/5/2018	16:53:42	28	68	47,3	5	0,24

Tabel 6.5 Hasil pengamatan pengambilan data pada Node slave 1

percobaan ke	date	time	suhu	humidity	arus	volt	Daya
1	24/5/2018	16:53:02	27	71	41,5	5	0,21
2	24/5/2018	16:53:12	28	70	42,3	5	0,21
3	24/5/2018	16:53:22	28	70	43,5	5	0,22
4	24/5/2018	16:53:32	28	71	40,4	5	0,20
5	24/5/2018	16:53:42	28	71	40	5	0,20

Tabel 6.6 Hasil pengamatan pengambilan data pada Node slave 2

percobaan ke	date	time	suhu	humidity	arus	volt	Daya
1	24/5/2018	16:53:02	28	47	42,5	5	0,21
2	24/5/2018	16:53:12	27	46	44,3	5	0,22
3	24/5/2018	16:53:22	28	46	43,6	5	0,22
4	24/5/2018	16:53:32	28	46	41,8	5	0,21
5	24/5/2018	16:53:42	28	46	45,7	5	0,23

Pada Tabel 6.4 - Tabel 6.6 adalah hasil pengamatan data berdasarkan jarak optimal transmisi data yaitu $\pm 100\text{cm}$ dan pengujian dilakukan pada Ruang Tertutup, modul RF 315/433Mhz tidak optimal bila digunakan pada ruang bebas yang sering terjadinya angin kencang, dikarenakan modul ini menggunakan radio frekuensi yang sangat sensitif bila terjadi banyak gelombang yang ada disekitarnya, yang akan mengakibatkan gangguan dalam pengiriman data. Dapat dilihat dalam 5 percobaan dan dalam jangka waktu yang bersamaan menggunakan timer yang sudah ditentukan sebelumnya, hasil pengambilan data dari masing-masing *sensor* data ada yang berbeda dan ada yang sama dikarenakan pengaruh dari jarak dan tempat, serta hasil akhir dari daya diambil dari hasil *sensor* arus dikalikan hasil *sensor* tegangan kemudian dibagi 1000.

Berdasarkan pada Tabel 6.7 dapat dilihat bahwa dalam melakukan pengiriman data jarak transmisi sangat berpengaruh terhadap performa pengiriman datanya, kaitanya dengan waktu transmisi dan juga persentase keberhasilan pengiriman data. Selain jarak antar *node* dalam melakukan transmisi data, *obstacle* atau halangan juga mempengaruhi performa pengiriman datanya.

Tabel 6.7 Hasil pengamatan performa sinkronisasi waktu pengiriman data

Percobaan ke	Jarak Pengiriman Data											
	Ruang Tertutup (cm)						Ada Penghalang (cm)					
	20	40	60	80	100	120	20	40	60	80	100	120
	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)	T (s)
1	1	1	1	1	1	65	2	2	2	2	2	65
2	1	1	1	1	1	60	2	2	2	2	2	60
3	1	1	1	1	1	54	2	2	2	2	2	54
4	1	1	1	1	1	58	2	2	2	2	2	58
5	1	1	1	1	1	-	2	2	2	2	2	-
Rata-Rata Waktu (ms)	1	1	1	1	1	59,25	2	2	2	2	2	59,25
Prosentase Keberhasilan (%)	100	100	100	100	100	80	100	100	100	100	100	80

6.2.5 Analisis

Dari hasil pengujian pengiriman data yang dilakukan dengan melakukan 5 kali pengiriman dengan jarak tertentu pada ruang tertutup didapatkan hasil jarak optimal pengiriman datanya adalah $\pm 100\text{cm}$ dengan rata-rata waktu transmisi 1s, dan pada jarak $\pm 120\text{cm}$ ataupun lebih pengiriman data masih dapat dilakukan namun persentase keberhasilan pengiriman datanya hanya 80%. Sedangkan pada ruang dengan adanya halangan didapatkan hasil hampir sama yaitu jarak optimal pengiriman datanya adalah $\pm 100\text{cm}$ dengan rata-rata waktu transmisi 2s, dan pada jarak $\pm 120\text{cm}$ ataupun lebih pengiriman data masih dapat dilakukan namun persentase keberhasilan pengiriman datanya hanya 80%. Dalam pengaplikasian sistem pada bagian jarak penempatan antar *sensor node* tidak disarankan melebihi jarak optimal transmisi datanya agar data dapat terkirim dengan baik maksimal adalah $\pm 100\text{cm}$.



BAB 7 PENUTUP

Bagian ini memuat kesimpulan dan saran terhadap skripsi. Kesimpulan dan saran disajikan secara terpisah, dengan penjelasan sebagai berikut:

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, hasil perancangan, implementasi dan pengujian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan pada pengujian akurasi hasil *sensing* pada setiap modul *sensor* yang digunakan dari hasil pengujian *sensing* suhu dengan menggunakan modul *sensor* DHT11 didapatkan persentase akurasi *sensing* sebesar 98% sampai 99%. Pada pengujian pengambilan data tegangan didapatkan rata-rata akurasi *sensing* sebesar 99.6%. Sedangkan pengujian pengambilan data persentase arus mendapatkan rata-rata hasil *sensing* sebesar 95% sampai 98%. Berjalannya sistem pada *transmitter sensor node* bergantung pada performa pengambilan data pada setiap modul sensor, apabila modul *sensor* yang digunakan tidak dapat mengakuisisi data dengan baik akan sangat berpengaruh terhadap berjalannya sistem.
2. Berdasarkan pengujian pengiriman data menggunakan penjadwalan algoritma *Shortest Job First*, bisa dilihat dalam pengiriman jarak dekat pengiriman data akan memudahkan data yang dikirim optimal dan tidak ada *error*. *Shortest Job First* diletakkan pada *slave 2 node*, dimana *slave 2* hanya memiliki *transmitter* untuk mengirimkan data menuju *receiver* pada *slave 1 node*, dan data tersebut disimpan sementara dalam *slave 1 node*. *Slave 1 node* akan mengambil data pada *slave 1 node* sendiri, dan data akan di kirim menggunakan *transmitter slave 1 node* menuju *Receiver master node*. Setelah data *slave 2 node* dan *slave 1 node* diterima oleh *master node*, *master node* sendiri akan mengambil data pada *nodenya* sendiri. Proses terakhir adalah mengirim semua data dari *slave 2 node*, *slave 1 node* dan *master node* yang terdapat pada *master node* dikirim menuju PC menggunakan modul FTDI.
3. Berdasarkan pada pengujian pada masing-masing *node* dapat dilihat data dari masing-masing *sensor* suhu, *humidity*, arus, tegangan dan daya ada yang sama dan berbeda dikarenakan perbedaan jarak dan tempat yang akan mempengaruhi pengambilan data.
4. Berdasarkan pada hasil pengujian sinkronisasi waktu pengiriman data dari masing-masing *node* dengan jarak tertentu pada ruang tertutup didapatkan hasil jarak optimal pengiriman datanya adalah $\pm 100\text{cm}$ dengan rata-rata

waktu transmisi 1s, dan pada jarak ± 120 cm ataupun lebih pengiriman data masih dapat dilakukan namun persentase keberhasilan pengiriman datanya hanya 80%. Sedangkan pada ruang dengan adanya halangan didapatkan hasil jarak optimal pengiriman datanya adalah ± 100 cm dengan rata-rata waktu transmisi 2s, dan pada jarak ± 120 cm ataupun lebih pengiriman data masih dapat dilakukan namun persentase keberhasilan pengiriman datanya hanya 80%. Performa transmisi data dari *transmitter sensor node* menuju *receiver sensor node* bergantung pada jarak antar *sensor node*, semakin pendek jaraknya maka performa pengiriman data menjadi semakin baik, begitu juga sebaliknya semakin jauh jaraknya maka performa transmisi data semakin buruk, serta tidak ada pengaruh terhadap penghalang apapun dikarenakan modul *transmitter* dan *receiver* yang dipakai tidak menggunakan *infrared* akan tetapi *radio frequency*, frekuensi dari *transmitter* dan *receiver* harus sama karena mempengaruhi pengiriman data agar terkirim dengan baik.

7.2 Saran

Beberapa saran yang bisa dilakukan untuk mengembangkan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, agar lebih diperhatikan terkait arsitektur *sensor node*-nya seperti halnya penggunaan mikrokontroler, maupun pemilihan modul sensor yang digunakan sehingga dapat menghasilkan konsumsi daya lebih rendah.
2. Untuk pengembangan selanjutnya dapat menggunakan modul komunikasi terbaru agar mampu memonitoring *power sensor node* yang dilengkapi dengan fitur dan teknologi *ter-update*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, 2007. Eldas. [pdf] Ahmad. Tersedia di : <[http://ftp.gunadarma.ac.id/handouts/S1-Sistem Komputer/Pengetahuan Komponen komputer/eldas.pdf](http://ftp.gunadarma.ac.id/handouts/S1-Sistem%20Komputer/Pengetahuan%20Komponen%20komputer/eldas.pdf)> [Diakses pada Tanggal 13 September 2017]
- Allegro, 2017. Datasheet Acs712. [online] Allegro. Tersedia di : <<http://www.allegromicro.com/~media/Files/Datasheets/ACS712-Datasheet.ashx>> [Diakses 12 September 2017]
- Atmel, 2016. Datasheet Atmega32. [pdf] Atmel. Tersedia di : <[http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8155-8-bit-Microcontroller-AVR ATmega32A_Datasheet.pdf](http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-8155-8-bit-Microcontroller-AVR-ATmega32A_Datasheet.pdf)> [Diakses 4 November 2017]
- D-Robotics, 2010. DHT11 Humidity & Temperature Sensor datasheet. [pdf] D-Robotics Tersedia di : <<http://www.micropik.com/PDF/dht11.pdf>> [Diakses 17 September 2017]
- Dinata, I. 2015. Implementasi Wireless Monitoring Energi Listrik Berbasis Web Database ini dirancang untuk menggantikan sistem pengukuran energi listrik secara manual dan konvensional. [pdf] Dinata Tersedia di : <https://www.researchgate.net/profile/Wahri_Sunanda/publication/286440291_Implementasi_Wireless_Monitoring_Energi_Listrik_Berbasis_Web_Database/links/56691ffb08ae9da364ba0367/Implementasi-Wireless-Monitoring-Energi-Listrik-Berbasis-Web-Database.pdf> [Diakses 27 September 2017]
- Hudaya, C. 2014. Daya Aktif, Reaktif & Nyata. [pdf] Hudaya Tersedia di : <<http://staff.ui.ac.id/system/files/users/chairul.hudaya/material/activeractiveandaparentpowerpaper.pdf>> [Diakses 27 September 2017]
- Kusumadewi, 2000. Sistem Operasi. [online] Kusumadewi Tersedia di : <<https://anzdoc.com/sistem-operasi-sri-kusumadewi.html>> [Diakses 13 Oktober 2017]
- Maxim, 2015. Integrated DS3231 datasheet. [online] Maxim Tersedia di : <[https://www.maximintegrated.com/en/products/digital/real-time clocks/DS3231.html](https://www.maximintegrated.com/en/products/digital/real-time%20clocks/DS3231.html)> [Diakses 13 Oktober 2017]
- Mikeln Jure, 2016. Bascom AVR. [online] Mikeln Jure Tersedia di : <https://www.mcselec.com/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=103> [Diakses 24 September 2017]
- Mindasari, C., 2007. Implementasi Algoritma Shortest Job First untuk penjadwalan produksi studi kasus PT. Asian Isuzu Casting Center, [e-journal]

005.1 (113058010) Tersedia melalui : Perpustakaan Universitas Telkom
<<http://repository.telkomuniversity.ac.id>> [Diakses 4 November 2017]

Mohannad Rawashdeh, 2013. RF 315/433 MHz Transmitter-receiver Module and Arduino. [online] Mohannad Rawashdeh Tersedia di :
<<http://www.instructables.com/id/RF-315433-MHz-Transmitter-receiver-Module-and-Ardu/>> [Diakses 24 September 2017]

Nugraheni, N. 2014. Efek Hall. [pdf] Nugraheni Tersedia di : <http://web.unair.ac.id/admin/file/f_41146_M2A.pdf> [Diakses 27 September 2017]

Tama, P. 2010. Perancangan Dan Implementasi Wireless Sensor Network (WSN) Berbasis IEEE 802.15.4/Zigbee [pdf] Tama Tersedia di :
<http://elib.unikom.ac.id/files/disk1/452/jbptunikompp-gdl-harkaputra-22572-2-unikom_h-i.pdf> [Diakses 27 September 2017]

